

**APLIKASI METODE MAMDANI DALAM PENENTUAN STATUS GIZI
DENGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) MENGGUNAKAN
LOGIKA *FUZZY***

SKRIPSI

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Disusun oleh:
YOGAWATI WULANDARI
07305144006

**PROGRAM STUDI MATEMATIKA
JURUSAN PENDIDIKAN MATEMATIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA
2011**

PERSETUJUAN
SKRIPSI
APLIKASI METODE MAMDANI DALAM PENENTUAN STATUS GIZI
DENGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) MENGGUNAKAN
LOGIKA *FUZZY*

Yang disusun oleh :

Nama : Yogawati Wulandari
NIM : 07305144006
Prodi : Matematika
Jurusan : Pendidikan Matematika

Telah memenuhi syarat dan disetujui oleh pembimbing untuk diujikan.

Disetujui pada :

Hari/ tanggal : 23 Juni 2011

Dosen Pembimbing



Dr. Hartono
NIP. 196203291987021002

PENGESAHAN


SKRIPSI

APLIKASI METODE MAMDANI DALAM PENENTUAN STATUS GIZI DENGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

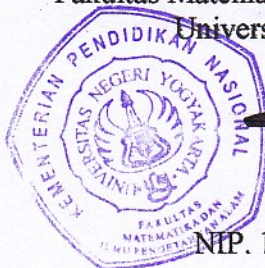
Disusun oleh :
Yogawati Wulandari
NIM. 07305144006


Telah diuji di depan Dewan Penguji Skripsi Jurusan Pendidikan Matematika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta pada tanggal 06 Juli 2011 dan dinyatakan telah memenuhi syarat guna memperoleh gelar Sarjana Sains.

DEWAN PENGUJI

| Nama | Jabatan | Tanda Tangan | Tanggal |
|------------------------------|--------------------|--|------------|
| 1. Dr. Hartono | Ketua Penguji |  | 26/7/11 |
| 2. Dra. Atmini Dhoruri, M.Si | Sekretaris Penguji |  | 18-07-2011 |
| 3. Dr. Agus Maman Abadi | Penguji Utama |  | 11-07-2011 |
| 4. Drs. Emut, M.Si | Penguji Pendamping |  | 20-07-2011 |

Yogyakarta, Juli 2011
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Yogyakarta
Dekan,




Dr. Ariswan
NIP. 195909141988031003

PERNYATAAN

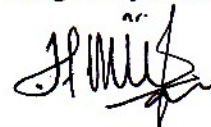
Yang bertandatangan dibawah ini, saya :

Nama : Yogawati Wulandari
NIM : 07305144006
Program Studi : Matematika
Fakultas : MIPA
Judul Skripsi : Aplikasi Metode Mamdani dalam Penentuan Status gizi
dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) Menggunakan Logika
Fuzzy

Menyatakan bahwa skripsi ini benar – benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim. Apabila terbukti pernyataan saya ini tidak benar, sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya dan saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Yogyakarta, 23 Juni 2011

Yang menyatakan,



Yogawati Wulandari
NIM. 07305144006

MOTTO

“Allah SWT tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya. Ia mendapat pahala dari kebajikan yang diusahakannya dan ia mendapat siksa dari kejahatan yang dikerjakannya.”

(QS. Al Baqoroh : 286)

“Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan.”

(QS. Al Insyirah : 6)

“Jangan lihat masa lampau dengan penyesalan; jangan pula lihat masa depan dengan ketakutan; tapi lihatlah sekitar anda dengan penuh kesadaran.”

(James Thurber)

PERSEMBAHAN

Kupersembahkan karya ini teruntuk:

Ibu dan Bapak Tercinta terima kasih atas doa, dukungan, kasih sayang dan perhatian yang tak pernah pudar.

Kakakku, adikku, dan semua keluarga besarku yang senantiasa memberiku nasihat dalam setiap langkahku.

Anggraito yang selalu menemani, memberi motivasi, dan mengisi kebahagiaan dalam hidupku.

Teman - temanku (indah, krisna, ana, erlin, aish, dee, desti) terima kasih atas persahabatan yang terjalin

Temen - temen Matematika Swadana 2007 seperjuanganku

Temen - temen KKN Kaligondang (wahyu, yanti, anis, mela, manda, babe, gatot, betet, yudi) yang pernah menjadi bagian dalam hidupku.

Orang - orang yang hadir dalam kehidupanku, atas nasihat - nasihatnya sehingga aku dapat bersikap lebih dewasa dalam menghadapi setiap persoalan....

APLIKASI METODE MAMDANI DALAM PENENTUAN STATUS GIZI DENGAN INDEKS MASSA TUBUH (IMT) MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY

Oleh:
Yogawati Wulandari
NIM. 07305144006

ABSTRAK

Secara teori sudah ada rumus untuk menghitung nilai gizi dan penentuan status gizi berdasarkan IMT. Namun standar penentuan status gizi menggunakan logika tegas sangat kaku, karena dengan adanya perubahan yang kecil saja terhadap nilai mengakibatkan perbedaan kategori. Dalam logika *fuzzy* tidaklah demikian. Logika *fuzzy* akan memberikan toleransi terhadap nilai gizi, sehingga perubahan yang kecil tidak akan mengakibatkan perbedaan kategori yang signifikan, hanya akan mempengaruhi tingkat keanggotaan pada variabel nilai gizinya.

Dalam penentuan status gizi dengan IMT yang menggunakan logika *fuzzy*, digunakan tiga variabel *fuzzy* yaitu variabel berat dan tinggi badan sebagai variabel input, serta variabel nilai gizi sebagai variabel output. Ada tiga metode dalam sistem inferensi yang biasa digunakan, yaitu: metode Mamdani, metode Tsukamoto, dan metode Sugeno. Dalam penelitian ini digunakan metode Mamdani untuk menentukan status gizi. Dengan metode Mamdani digunakan empat langkah untuk mendapatkan output. Langkah pertama yaitu menentukan himpunan *fuzzy* dari masing – masing variabel input dan output. Langkah yang kedua yaitu aplikasi fungsi implikasi dengan fungsi MIN. Langkah yang ketiga yaitu komposisi aturan dengan fungsi MAX. Langkah yang keempat yaitu mengubah output dari bilangan *fuzzy* ke bilangan tegas atau defuzzifikasi, metode defuzzifikasi yang digunakan adalah metode centroid. Nilai gizi yang diperoleh kemudian disesuaikan dengan interval keanggotaan himpunan *fuzzy* pada variabel nilai gizi sehingga didapatkan status gizi.

Ada perbedaan nilai gizi dan status gizi antara penggunaan logika *fuzzy* dengan logika tegas berdasarkan IMT. Penggunaan logika *fuzzy* memungkinkan nilai gizi termasuk ke dalam dua kategori. Sehingga untuk menentukan status gizinya, yaitu dengan mengambil derajat keanggotaan tertinggi dari nilai gizi tersebut. Penentuan status gizi dengan logika tegas mempunyai nilai – nilai kritis, dimana ada perubahan kecil pada nilai akan mengakibatkan perbedaan kategori. Perbedaan nilai gizi dan status gizi antara penggunaan logika *fuzzy* dengan logika tegas berdasarkan IMT terjadi karena input yang digunakan dalam logika tegas adalah bilangan tegas. Sedangkan dalam logika *fuzzy*, variabel input adalah berupa interval. Penentuan status gizi menggunakan logika *fuzzy* akan memberikan proses yang lebih halus dari pada menggunakan logika tegas.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Aplikasi Metode Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) Menggunakan Logika *Fuzzy*.”

Skripsi ini disusun untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Sains Program Studi Matematika di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Yogyakarta. Dengan keterbatasan kemampuan, penulis menyadari skripsi ini tidak mungkin terselesaikan dengan baik tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Ariswan selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan kesempatan kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
2. Bapak Dr. Hartono selaku Ketua Jurusan Pendidikan Matematika sekaligus pembimbing yang telah memberikan motivasi, saran, arahan, bimbingan dalam penyusunan skripsi, dan kelancaran dalam urusan akademik.
3. Ibu Atmini Dhoruri, M.S selaku Ketua Program Studi Matematika yang telah memberikan kelancaran dalam urusan akademik.
4. Ibu Kuswari Hernawati, M.Kom selaku Penasehat Akademik yang telah memberikan arahan, saran dan bimbingan kepada penulis.

5. Dosen - dosen Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan kepada penulis.
6. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan sehingga dapat memperlancar proses penyusunan skripsi.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih belum sempurna. Kritik dan saran penulis harapkan untuk bahan perbaikan penulisan skripsi ini. Akhirnya semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan semua pihak yang membutuhkan.

Yogyakarta, 23 Juni 2011

Penulis



Yogawati Wulandari

NIM. 07305144006

DAFTAR ISI

| | |
|--|-------------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN MOTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| ABSTRAK | vii |
| KATA PENGANTAR | viii |
| DAFTAR ISI | x |
| DAFTAR TABEL | xii |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMBANG | xv |
| DAFTAR LAMPIRAN | xvi |
| BAB I PENDAHULUAN | |
| A. Latar Belakang Masalah | 1 |
| B. Perumusan Masalah | 4 |
| C. Batasan Masalah | 4 |
| D. Tujuan Penelitian | 5 |
| E. Manfaat Penelitian | 5 |
| BAB II DASAR TEORI | |
| A. Pengertian Gizi | 6 |
| B. Penilaian Status Gizi | 6 |
| C. Indeks Antropometri | 8 |
| D. Logika <i>Fuzzy</i> | 10 |
| E. Konsep Himpunan <i>Fuzzy</i> | 12 |
| F. Fungsi Implikasi | 22 |
| G. Sistem Berbasis Aturan <i>Fuzzy</i> | 24 |
| H. Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> | 25 |

BAB III PEMBAHASAN

| | |
|-------------------------------------|----|
| A. Model <i>Fuzzy</i> Mamdani | 32 |
| B. Penentuan Status Gizi | 42 |

BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN

| | |
|---------------------|----|
| A. Kesimpulan | 68 |
| B. Saran | 69 |

| | |
|----------------------|----|
| DAFTAR PUSTAKA | 70 |
|----------------------|----|

| | |
|----------------|----|
| LAMPIRAN | 71 |
|----------------|----|

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Kategori Ambang Batas IMT untuk Indonesia | 10 |
| Tabel 3.1. Semesta pembicaraan untuk setiap variabel <i>fuzzy</i> | 33 |
| Tabel 3.2. Tabel himpunan <i>fuzzy</i> | 33 |
| Tabel 3.3. Aturan - aturan dalam penentuan status gizi | 40 |
| Tabel 3.4. Aplikasi fungsi implikasi untuk berat badan 45 kg dan tinggi badan 170 cm | 46 |
| Tabel 3.5. Aplikasi fungsi implikasi untuk berat badan 48 kg dan tinggi badan 165 cm | 54 |
| Tabel 3.6. Aplikasi fungsi implikasi untuk berat badan 52 kg dan tinggi badan 162 cm | 62 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1. Perbandingan contoh (a) logika tegas dan (b) logika fuzzy dalam penentuan golongan umur | 12 |
| Gambar 2.2. Representasi himpunan <i>fuzzy</i> bilangan asli sekitar 5 | 14 |
| Gambar 2.3. Himpunan <i>fuzzy</i> Kepandaian Mahasiswa Berdasarkan IPK | 14 |
| Gambar 2.4. Himpunan <i>fuzzy</i> untuk variabel laju kendaraan | 16 |
| Gambar 2.5. Representasi Linear Naik | 17 |
| Gambar 2.6. Representasi linear turun | 18 |
| Gambar 2.7. Representasi Kurva segitiga | 19 |
| Gambar 2.8. Reprerentasi Kurva Trapesium | 20 |
| Gambar 2.9. Kurva bahu pada variabel temperatur | 21 |
| Gambar 2.10. Fungsi Implikasi: MIN | 23 |
| Gambar 2.11. Fungsi Implikasi: DOT | 24 |
| Gambar 2.12. Tahapan system berbasis aturan fuzzy | 24 |
| Gambar 2.13. Daerah solusi <i>fuzzy</i> variabel produksi minuman | 29 |
| Gambar 3.1. Himpunan <i>fuzzy</i> : Berat Badan | 33 |
| Gambar 3.2. Himpunan <i>fuzzy</i> : Tinggi Badan | 35 |
| Gambar 3.3. Himpunan <i>fuzzy</i> : Nilai Gizi | 36 |
| Gambar 3.4. Fungsi keanggotaan untuk berat badan 45 kg | 42 |
| Gambar 3.5. Fungsi keanggotaan untuk tinggi badan 170 cm | 43 |
| Gambar 3.6. Penalaran <i>fuzzy</i> untuk berat badan 45 kg dan tinggi badan 170 cm | 47 |
| Gambar 3.7. Fungsi keanggotaan untuk berat badan 48 kg | 49 |
| Gambar 3.8. Fungsi keanggotaan untuk tinggi badan 165 cm | 50 |
| Gambar 3.9. Penalaran <i>fuzzy</i> untuk berat badan 48 kg dan tinggi badan 165 cm | 55 |

| | |
|---|----|
| Gambar 3.10. Fungsi keanggotaan untuk berat badan 52 kg | 57 |
| Gambar 3.11. Fungsi keanggotaan untuk tinggi badan 162 cm | 58 |
| Gambar 3.12. Penalaran <i>fuzzy</i> untuk berat badan 52 kg dan tinggi badan 162cm | 64 |

DAFTAR LAMBANG

| | |
|--------------|---|
| $\mu_A(x)$ | : fungsi keanggotaan x pada himpunan <i>fuzzy</i> A |
| $[0,1]$ | : interval tertutup antara 0 hingga 1 |
| \mathbb{R} | : himpunan bilangan real |
| \in | : elemen |
| \subseteq | : himpunan bagian dari |
| \leq | : kurang dari atau sama dengan |
| U | : semesta pembicaraan di \mathbb{R} |
| x | : variabel input di \mathbb{R} |
| \geq | : lebih dari atau sama dengan |
| $\bar{A}(x)$ | : komplemen dari himpunan fuzzy $A(x)$ |
| \cup | : gabungan |
| \cap | : irisan |
| $<$ | : kurang dari |
| $>$ | : lebih dari |
| Σ | : jumlahan |
| \int | : integral |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--|----|
| Lampiran 1. | Tabel Nilai Gizi Berdasarkan Logika Tegas | 72 |
| Lampiran 2. | Tabel Nilai Gizi Berdasarkan Keanggotaan dalam Himpunan <i>Fuzzy</i> | 74 |
| Lampiran 3. | Tabel Derajat Keanggotaan dari Nilai Gizi yang Termasuk ke dalam Dua Kategori | 76 |
| Lampiran 4. | Tabel Nilai Gizi Berdasarkan Logika <i>Fuzzy</i> | 78 |
| Lampiran 5. | TOOLBOX MATLAB UNTUK CONTOH KASUS-1, CONTOH KASUS-2, dan CONTOH KASUS-3 | |
| Gambar 1. | Sistem Inferensi <i>Fuzzy</i> metode Mamdani | 80 |
| Gambar 2. | Fungsi Keanggotaan Variabel Berat Badan | 80 |
| Gambar 3. | Fungsi Keanggotaan Variabel Tinggi Badan..... | 81 |
| Gambar 4. | Fungsi Keanggotaan Variabel Nilai Gizi | 81 |
| Gambar 5. | Aturan – aturan implikasi untuk contoh kasus-1 | 82 |
| Gambar 6. | Penalaran <i>fuzzy</i> untuk contoh Kasus-1..... | 82 |
| Gambar 7. | Aturan – aturan implikasi untuk contoh kasus-2 | 83 |
| Gambar 8. | Penalaran <i>fuzzy</i> untuk contoh kasus-2 | 83 |
| Gambar 9. | Aturan – aturan implikasi untuk contoh kasus-3 | 84 |
| Gambar 10. | Penalaran <i>fuzzy</i> untuk contoh kasus-3 | 84 |

BAB I PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Pembangunan Sumber Daya Manusia (SDM) merupakan salah satu prioritas pembangunan nasional untuk mempersiapkan dan meningkatkan kualitas penduduk usia kerja agar benar-benar memperoleh kesempatan, serta turut berperan dalam mewujudkannya. Untuk mewujudkan kualitas Sumber Daya Manusia yang tinggi, salah satu cara adalah dengan pembangunan di bidang kesehatan dan gizi.

Menurut Hadi (2005 : 2), indonesia mengalami beban ganda masalah gizi yaitu masih banyak masyarakat yang kekurangan gizi, tetapi di sisi lain terjadi gizi lebih. Kurang gizi maupun gizi lebih disebabkan karena tidak adanya keseimbangan antara asupan zat gizi dengan kebutuhan zat gizi dalam tubuh. Hal ini tidak terlepas dari makanan yang dikonsumsi setiap harinya.

Masalah kekurangan dan kelebihan gizi pada orang dewasa (usia 18 tahun keatas) merupakan masalah penting, karena selain mempunyai risiko penyakit – penyakit tertentu, juga dapat mempengaruhi produktifitas kerja. Oleh karena itu, pemantauan keadaan tersebut perlu dilakukan secara berkesinambungan. Salah satu cara adalah dengan mempertahankan berat badan yang ideal atau normal.

Menurut Supriasa (2001 : 60), dalam laporan FAO/WHO/UNU tahun 1985 bahwa batasan berat badan normal orang dewasa ditentukan berdasarkan nilai Indeks Massa Tubuh (IMT). IMT merupakan alat yang sederhana untuk memantau status

gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan. Prediktor yang digunakan dalam penentuan status gizi menggunakan parameter IMT adalah berat badan dan tinggi badan.

Status gizi merupakan deskripsi keseimbangan antara asupan zat gizi dengan kebutuhan tubuh secara individual. Cukup konsumsi cenderung status gizi baik dan kurang konsumsi besar kemungkinan akan kurang gizi. Hal ini karena status gizi dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu konsumsi makanan, pendidikan orang tua, pendapatan orang tua, dan kesadaran orang tua tentang pentingnya masalah gizi, akan tetapi faktor konsumsi makanan adalah faktor yang dominan.

Dalam penentuan status gizi dengan parameter Indeks Massa Tubuh (IMT) menggunakan logika *fuzzy*, variabel input dibagi menjadi dua yaitu variabel berat dan tinggi badan. Serta satu variabel output, yaitu variabel nilai gizi. Variabel nilai gizi ini dibentuk berdasarkan klasifikasi indeks massa tubuh (IMT). Variabel berat badan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu ringan, normal, dan berat. Begitu juga dalam variabel tinggi badan dibagi menjadi tiga kategori, yaitu rendah, normal, dan tinggi. Sedangkan variabel nilai gizi dibedakan menjadi lima kategori, yaitu: kurus tingkat berat, kurus tingkat ringan, normal, gemuk tingkat ringan, dan gemuk tingkat berat.

Gemuk adalah kelebihan berat badan sebagai akibat dari penimbunan lemak tubuh yang berlebihan. Kurus adalah keadaan tubuh seseorang yang lebih kecil dari ukuran normal. Seseorang dikatakan gemuk jika berat badannya lebih dari berat

normal. Sedangkan seseorang dikatakan kurus jika berat badannya kurang dari berat normal.

Logika *fuzzy* merupakan logika yang mempunyai konsep kebenaran sebagian, dimana logika *fuzzy* memungkinkan nilai keanggotaan antara 0 dan 1. Sedangkan logika klasik menyatakan bahwa segala hal dapat di ekspresikan dalam nilai kebenaran 0 atau 1.

Secara teori sudah ada cara untuk menghitung nilai gizi dan menentukan status gizi berdasarkan IMT, namun perhitungan dan penentuan status gizi tersebut menggunakan himpunan *crisp* (tegas). Pada himpunan tegas, suatu nilai mempunyai tingkat keanggotaan satu jika nilai tersebut merupakan anggota dalam himpunan dan nol jika nilai tersebut tidak menjadi anggota himpunan. Hal ini sangat kaku, karena dengan adanya perubahan yang kecil saja terhadap nilai mengakibatkan perbedaan kategori. Himpunan *fuzzy* digunakan untuk mengantisipasi hal tersebut, karena dapat memberikan toleransi terhadap nilai sehingga dengan adanya perubahan sedikit pada nilai tidak akan memberikan perbedaan yang signifikan. Metode yang dapat digunakan dalam pengaplikasian logika fuzzy dalam penentuan gizi adalah metode Mamdani, metode Tsukamoto, dan metode Takagi Sugeno.

Sistem inferensi *fuzzy* Metode Mamdani dikenal juga dengan nama metode Min-Max, yaitu dengan mencari nilai minimum dari setiap aturan dan nilai maksimum dari gabungan konsekuensi setiap aturan tersebut. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim H. Mamdani pada tahun 1975. Metode Mamdani cocok digunakan apabila

input diterima dari manusia bukan mesin. Metode ini juga lebih diterima oleh banyak pihak dari pada metode Tsukamoto dan Takagi Sugeno. Oleh karena itu, penulis tertarik untuk meneliti aplikasi Metode Mamdani dalam penentuan status gizi dengan mengambil judul “Aplikasi Metode Mamdani Dalam Penentuan Status Gizi Dengan Indeks Massa Tubuh (IMT) Menggunakan Logika *Fuzzy*”.

B. Perumusan Masalah

Sesuai latar belakang masalah yang telah diuraikan maka yang menjadi pokok permasalahan dalam penelitian ini adalah

1. Bagaimana aplikasi metode Mamdani dalam logika *fuzzy* untuk menghitung nilai gizi?
2. Bagaimana aplikasi metode Mamdani dalam logika *fuzzy* untuk menentukan status gizi?
3. Apa perbedaan nilai gizi dan status gizi yang dihasilkan antara menggunakan logika *fuzzy* dengan menggunakan logika tegas berdasarkan IMT?

C. Batasan Masalah

Dengan adanya permasalahan yang sering ditemui, maka perlu dibuat batasan permasalahan yang akan dibahas yaitu :

1. Permasalahan yang akan dibahas adalah tentang metode Mamdani untuk menentukan status gizi seseorang berdasarkan IMT.
2. Variabel dalam penentuan status gizi berdasarkan IMT meliputi, berat badan, tinggi badan, dan nilai gizi.

3. Variabel berat badan terdiri atas tiga bahasa linguistik, yaitu ringan, normal, dan berat.
4. Variabel tinggi badan terdiri atas tiga bahasa linguistik, yaitu rendah, normal, dan tinggi.
5. Variabel nilai gizi terdiri atas lima bahasa linguistik, yaitu kurus tingkat berat, kurus tingkat ringan, normal, gemuk tingkat ringan, dan gemuk tingkat berat.

D. Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini adalah

1. Dapat mengetahui aplikasi metode Mamdani dalam logika *fuzzy* untuk menentukan nilai gizi.
2. Dapat mengetahui aplikasi metode Mamdani dalam logika *fuzzy* untuk menentukan status gizi.
3. Dapat mengetahui perbedaan nilai gizi dan status gizi yang dihasilkan antara menggunakan logika *fuzzy* dengan logika tegas berdasarkan IMT.

E. Manfaat Penelitian

a. Bagi Penulis

Dapat menambah pengetahuan, wawasan, dan pemahaman tentang aplikasi logika *fuzzy* dalam bidang kesehatan.

b. Bagi Pembaca

Sebagai masukan atau informasi yang bermanfaat bagi masyarakat dalam menentukan status gizinya.

BAB II DASAR TEORI

A. Pengertian Gizi

Menurut Supariasa (2001 : 17), gizi adalah suatu proses organisme dalam menggunakan bahan makanan melalui proses pencernaan, penyerapan, transportasi, penyimpanan, metabolisme dan pembuangan untuk pemeliharaan hidup, pertumbuhan, fungsi organ tubuh dan produksi energi.

B. Penilaian Status Gizi

Status gizi adalah ekspresi dari keadaan yang diakibatkan oleh status keseimbangan antara jumlah asupan zat gizi dan jumlah yang dibutuhkan oleh tubuh untuk berbagai fungsi biologis seperti pertumbuhan fisik, perkembangan, aktivitas, pemeliharaan kesehatan, dan lainnya.

Menurut Supariasa (2001 : 18 - 21), macam-macam penilaian status gizi dibagi menjadi dua yaitu penilaian status gizi secara langsung dan tidak langsung.

1) Penilaian status gizi secara langsung

Penilaian status gizi secara langsung dapat dibagi menjadi empat penilaian yaitu antropometri, klinis, biokimia dan biofisik.

a. Antropometri

Metode antropometri yaitu menentukan status gizi dengan menggunakan ukuran tubuh. Pengukuran antropometri merupakan cara yang paling mudah dan tidak membutuhkan peralatan yang mahal.

b. Klinis

Penilaian status gizi secara klinis yaitu penilaian yang didasarkan pada gejala yang muncul dari tubuh sebagai akibat dari kelebihan atau kekurangan salah satu zat gizi tertentu. Setiap zat gizi memberikan tampilan klinis yang berbeda, sehingga cara ini dianggap spesifik namun sangat subjektif.

c. Biokimia

Pemeriksaan gizi dilakukan secara laboratoris pada berbagai macam jaringan tubuh. Jaringan tubuh yang digunakan antara lain: darah, urine, tinja, hati, dan otot.

d. Biofisik

Penilaian secara biofisik yaitu dengan mengukur elastisitas dan fungsi jaringan tubuh. Cara ini jarang digunakan karena membutuhkan peralatan yang canggih, mahal dan tenaga terampil.

2) Penilaian status gizi secara tidak langsung

Penilaian status gizi secara tidak langsung dapat dibagi tiga, yaitu: survey konsumsi makanan, statistik vital dan faktor ekologi.

a) Survei Konsumsi Makanan

Survei konsumsi makanan adalah metode penentuan status gizi secara tidak langsung dengan melihat jumlah dan jenis zat gizi yang dikonsumsi. Pengumpulan data konsumsi makanan dapat memberikan gambaran tentang konsumsi berbagai zat gizi pada masyarakat, keluarga, dan individu.

b) Statistik Vital

Pengukuran status gizi dengan statistik vital adalah dengan menganalisis beberapa data statistik kesehatan seperti angka kematian berdasarkan umur, angka kesakitan dan kematian akibat penyebab tertentu dan data lainnya yang berhubungan dengan gizi.

c) Faktor Ekologi

Mempelajari kondisi lingkungan berupa produksi pangan, pola makan, sosial budaya, ekonomi dan variabel lain yang secara teoritis mempengaruhi status gizi

C. Indeks Antropometri

Menurut Supriasa (2001 : 56), indeks antropometri adalah kombinasi antara beberapa parameter antropometri untuk menilai status gizi. Beberapa indeks antropometri yang sering digunakan yaitu berat badan menurut umur (BB/U), tinggi badan menurut umur (TB/U), berat badan menurut tinggi badan (BB/TB), dan Indeks Massa Tubuh (IMT). Indeks BB/U, TB/U, BB/TB digunakan untuk menilai status gizi anak – anak (kurang dari delapan belas tahun). Sedangkan IMT digunakan untuk menilai status gizi orang dewasa (lebih dari delapan belas tahun).

1. Berat Badan menurut Umur (BB/U)

Berat badan adalah salah satu parameter yang memberikan gambaran massa tubuh. Massa tubuh sangat sensitif terhadap perubahan – perubahan yang mendadak, misalnya karena terserang penyakit infeksi, menurunnya nafsu makan atau menurunnya jumlah makanan yang dikonsumsi.

2. Tinggi Badan menurut Umur (TB/U)

Tinggi badan adalah salah satu ukuran pertumbuhan linier. Pada keadaan normal, tinggi badan tumbuh seiring dengan penambahan umur. Pertumbuhan tinggi badan tidak seperti berat badan, relatif kurang sensitif terhadap masalah kekurangan gizi dalam waktu yang singkat.

3. Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB)

Berat badan memiliki hubungan yang linear dengan tinggi badan. Dalam keadaan normal, perkembangan berat badan akan searah dengan pertumbuhan tinggi badan dengan kecepatan tertentu. Indeks BB/TB tidak dipengaruhi oleh umur.

4. Indeks Massa Tubuh

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan alat yang sederhana untuk memantau status gizi orang dewasa, khususnya yang berkaitan dengan kekurangan dan kelebihan berat badan.

Penggunaan IMT hanya berlaku untuk orang dewasa berumur lebih dari 18 tahun dan tidak dapat diterapkan pada bayi, anak, remaja, ibu hamil, dan olahragawan. Pada atlet, postur tubuh yang ideal berbeda antara setiap jenis cabang olah raga. Misalnya postur tubuh yang ideal bagi atlet petinju atau binaraga, sangat berbeda pada atlet senam atau renang. Atlet tinju dan binaraga membutuhkan massa tubuh yang besar, otot dan tulang yang kuat untuk berlatih atau bertanding. Berbeda pada atlet senam atau renang, yang membutuhkan massa tubuh yang tidak terlalu besar, tetapi tetap membutuhkan otot dan tulang yang kuat dan lentur. Untuk kondisi ini diperlukan

pengukuran yang khusus, seperti pengukuran tebal lemak untuk menilai apakah massa tubuh yang besar pada atlet tersebut terdiri dari otot atau lemak.

Rumus perhitungan IMT adalah sebagai berikut:

$$IMT = \frac{\text{Berat badan (kg)}}{(\text{Tinggi badan (m)})^2} \quad (2.1)$$

Tabel 2.1 Kategori Ambang Batas IMT untuk Indonesia

| | Kategori | IMT |
|--------|---------------------------------------|---------------------------|
| Kurus | Kekurangan berat badan tingkat berat | $IMT < 17.0$ |
| | Kekurangan berat badan tingkat ringan | $17.0 \leq IMT \leq 18.5$ |
| Normal | | $18,5 < IMT \leq 25,0$ |
| Gemuk | Kelebihan berat badan tingkat ringan | $25,0 < IMT \leq 27.0$ |
| | Kelebihan berat badan tingkat berat | $IMT > 27.0$ |

(Supriasa, 2001 : 60 - 61)

Ketentuan:

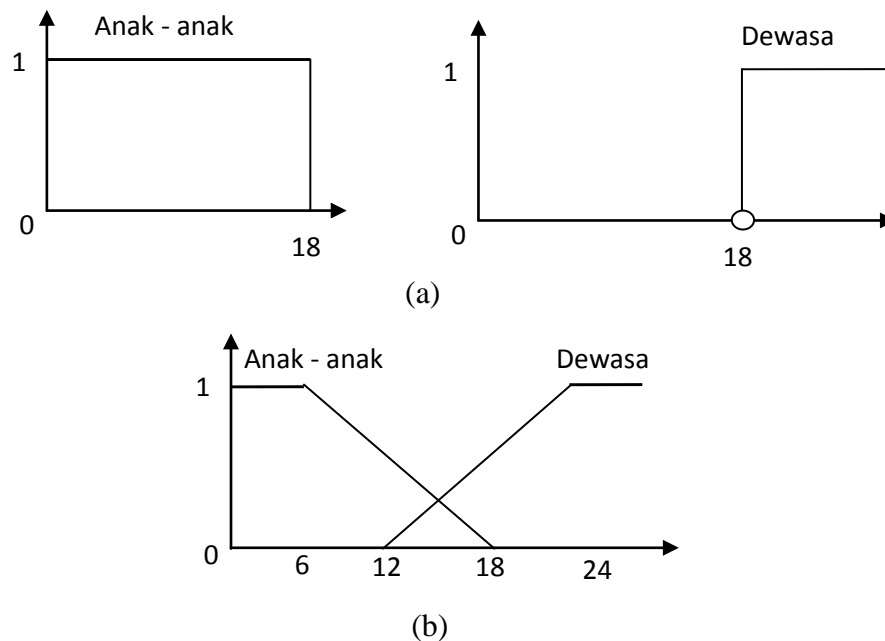
Penentuan status gizi tidak dibedakan menurut umur dan jenis kelamin, karena nilai IMT tidak tergantung pada umur dan jenis kelamin.

D. Logika Fuzzy

Konsep logika *fuzzy* pertama kali diperkenalkan oleh Professor Lotfi A.Zadeh dari Universitas California, pada bulan Juni 1965. *Fuzzy* secara bahasa diartikan sebagai kabur atau samar – samar. Menurut Setiadji (2009 : 174), *fuzzy* merupakan suatu nilai yang dapat bernilai benar atau salah secara bersamaan. Namun seberapa

besar nilai kebenaran dan kesalahannya tergantung pada derajat keanggotaan yang dimilikinya. Derajat keanggotaan dalam *fuzzy* memiliki rentang nilai 0 (nol) hingga 1(satu). Hal ini berbeda dengan himpunan tegas yang memiliki nilai 1 atau 0 (ya atau tidak). Logika *fuzzy* digunakan untuk menterjemahkan suatu besaran yang diekspresikan menggunakan bahasa (linguistik), misalkan besaran kecepatan laju kendaraan yang diekspresikan dengan pelan, agak cepat, cepat, dan sangat cepat. Dan logika *fuzzy* menunjukkan sejauh mana suatu nilai itu benar dan sejauh mana suatu nilai itu salah. Tidak seperti logika tegas, suatu nilai hanya mempunyai 2 kemungkinan yaitu merupakan suatu anggota himpunan atau tidak. Derajat keanggotaan 0 (nol) artinya nilai bukan merupakan anggota himpunan dan 1 (satu) berarti nilai tersebut adalah anggota himpunan.

Dalam contoh kehidupan seseorang dikatakan dewasa apabila berumur lebih dari 18 tahun, maka seseorang yang kurang dari atau sama dengan 18 tahun di dalam logika tegas akan dikatakan sebagai tidak dewasa atau anak – anak. Sedangkan dalam hal ini pada logika *fuzzy*, seseorang yang berumur sama dengan atau kurang dari 18 tahun dapat dikategorikan dewasa tetapi tidak penuh. Secara grafik dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 2.1. Perbandingan contoh (a) logika tegas dan (b) logika fuzzy dalam penentuan golongan umur

Menurut Kusumadewi (2004 : 2), logika *fuzzy* adalah suatu cara yang tepat untuk memetakan suatu ruang input kedalam suatu ruang output. *Fuzzy* dinyatakan dalam derajat dari suatu keanggotaan dan derajat dari kebenaran.

E. Konsep Himpunan *Fuzzy*

1. Pengertian Himpunan *Fuzzy*

Pada himpunan tegas setiap elemen dalam semestanya selalu ditentukan secara tegas apakah elemen itu merupakan anggota himpunan tersebut atau tidak. Tetapi dalam kenyataanya tidak semua himpunan terdefinisi secara tegas. Misalnya himpunan siswa pandai, dalam hal ini tidak bisa dinyatakan dengan tegas karena tidak ada yang dijadikan ukuran untuk tingkat kepandaian seseorang. Oleh karena itu perlu

didefinisikan suatu himpunan *fuzzy* yang bisa menyatakan kejadian tersebut.

Himpunan *fuzzy* didefinisikan sebagai berikut :

Definisi 2.3 (Wang, 1997 : 21) Himpunan *fuzzy* A di dalam semesta pembicaraan U didefinisikan sebagai himpunan yang mencirikan suatu fungsi keanggotaan $\mu_A(x)$ yang mengawankan setiap $x \in U$ dengan bilangan real di dalam interval $[0,1]$ dengan nilai $\mu_A(x)$ menyatakan derajat keanggotaan x di dalam A . Suatu himpunan *fuzzy* A dapat dinyatakan dengan dua cara, yaitu :

$$a. A = \int_U \mu_A(x) / x \quad (2.2)$$

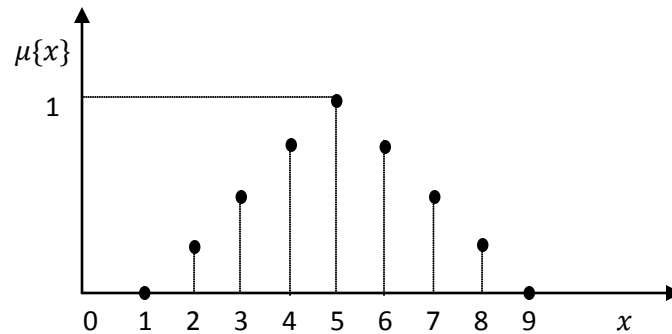
Dimana notasi integral melambangkan himpunan semua $x \in U$ bersama dengan derajat keanggotaannya pada himpunan *fuzzy* A . Cara ini digunakan pada himpunan *fuzzy* yang anggotanya bernilai kontinu.

$$b. A = \sum_U \mu_A(x) / x \quad (2.3)$$

Dimana notasi sigma melambangkan himpunan semua $x \in U$ bersama dengan derajat keanggotaannya pada himpunan *fuzzy* A . Cara ini digunakan pada himpunan *fuzzy* yang anggotanya bernilai diskrit.

Contoh 2.1. Himpunan *fuzzy* diskrit:

Semesta U adalah himpunan bilangan asli kurang dari 10, dinyatakan dengan $U = \{1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9\}$. Himpunan *fuzzy* bilangan asli sekitar 5 direpresentasikan seperti Gambar 2.2.



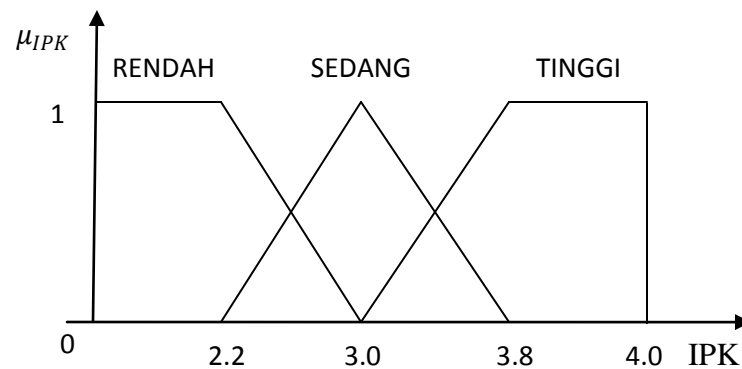
Gambar 2.2. Representasi himpunan *fuzzy* bilangan asli sekitar 5

$$\text{Dengan } \mu_A[x] = \begin{cases} \frac{x-1}{4} ; & 1 \leq x \leq 5 \\ \frac{9-x}{4} ; & 5 \leq x \leq 9 \end{cases}$$

Himpunan *fuzzy* bilangan asli sekitar 5 adalah $\{(0/1), (0.25/2), (0.5/3), (0.75/4), 1/5, 0.75/6, 0.5/7, 0.25/8, 0/9\}$.

Contoh 2.2. Himpunan *fuzzy* kontinu:

Semesta U merupakan himpunan semua mahasiswa yang mempunyai IPK $[0,4.0]$. μ_{IPK} menunjukkan derajat kepandaian mahasiswa berdasarkan IPK. Himpunan *fuzzy* kepandaian mahasiswa berdasarkan IPK direpresentasikan seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Himpunan *fuzzy* Kepandaian Mahasiswa Berdasarkan IPK

Himpunan *fuzzy* mahasiswa yang mempunyai derajat kepandaian tinggi adalah

$$\left\{ \int_0^{3.0} 0/x, \int_3^{3.8} \frac{x-3}{0.8}/x, \int_{3.8}^4 1/x \right\}.$$

Menurut Kusumadewi (2004 : 6), himpunan *fuzzy* memiliki 2 atribut, yaitu:

- a) Linguistik, yaitu penamaan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami, seperti: LAMBAT, SEDANG, CEPAT.
- b) Numeris, yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel, seperti: 40, 50, 60, dan sebagainya.

Hal – hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu:

- a) Variabel *Fuzzy*

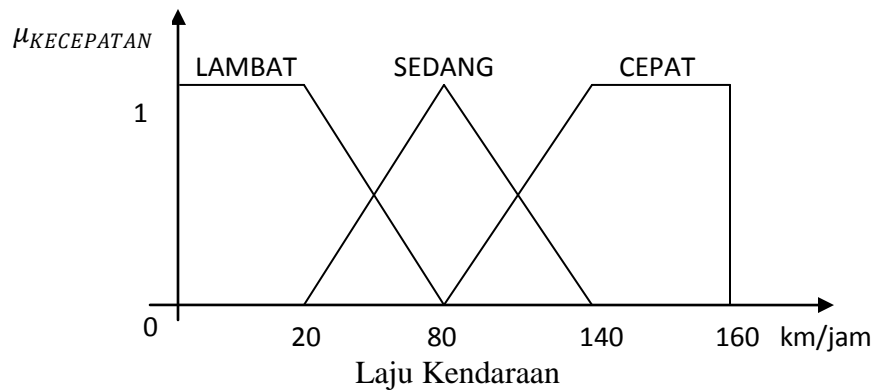
Variabel *fuzzy* merupakan variabel yang akan dibahas dalam suatu sistem *fuzzy*, seperti: umur, berat badan, tinggi badan, dan sebagainya.

- b) Himpunan *Fuzzy*

Himpunan *fuzzy* merupakan suatu kelompok yang mewakili suatu keadaan tertentu dalam suatu variabel *fuzzy*.

Contoh 2.3 Himpunan *fuzzy* variabel laju kendaraan:

Variabel laju kendaraan terbagi menjadi tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: LAMBAT, SEDANG, dan CEPAT.



Gambar 2.4 Himpunan *fuzzy* untuk variabel laju kendaraan

Dari Gambar 2.4 dapat diketahui bahwa, laju kendaraan 50 km/jam termasuk dalam himpunan LAMBAT dengan $\mu_{LAMBAT}[50] = 0.5$, dan dia juga termasuk dalam himpunan SEDANG dengan $\mu_{SEDANG}[50] = 0.5$.

c) Semesta pembicaraan

Semesta pembicaraan adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu variabel *fuzzy*. Nilai semesta pembicaraan dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Sebagai contoh, semesta pembicaraan untuk variabel laju kendaraan adalah $[0,160]$.

d) Domain

Domain himpunan *fuzzy* adalah keseluruhan nilai yang diperbolehkan untuk dioperasikan dalam suatu himpunan *fuzzy*. Nilai domain dapat berupa bilangan positif maupun negatif. Sebagai contoh, domain dari himpunan *fuzzy* kecepatan adalah sebagai berikut:

LAMBAT : $[0, 80]$

SEDANG : $[20, 140]$

CEPAT : [80, 160].

2. Fungsi Keanggotaan

Definisi 2.4 (Klir, 1997 : 75) Setiap himpunan *fuzzy* A di dalam himpunan universal X , $x \in X$ dipetakan ke dalam interval $[0,1]$. Pemetaan dari $x \in X$ pada interval $[0,1]$ disebut fungsi keanggotaan. Fungsi keanggotaan dari himpunan *fuzzy* A di dalam semesta X dapat ditulis:

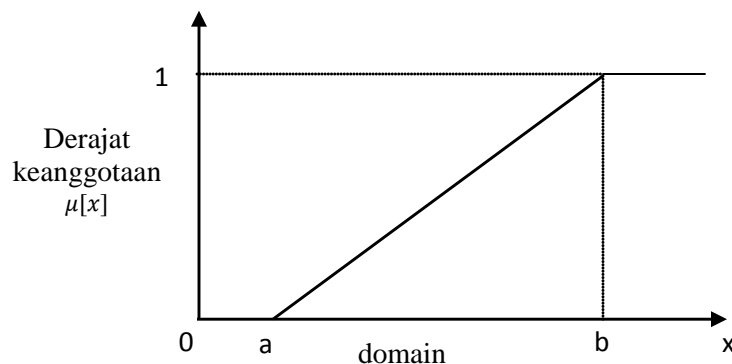
$$A: X \rightarrow [0,1].$$

Menurut Kusumadewi (2004 : 8), fungsi keanggotaan adalah suatu kurva yang menunjukkan pemetaan titik – titik input data ke dalam nilai keanggotaannya yang memiliki interval antara 0 sampai 1.

Ada beberapa fungsi yang bisa digunakan. diantaranya, yaitu:

a. Representasi Linear

Pada representasi linear, pemetaan input ke derajat keanggotaannya digambarkan sebagai suatu garis lurus. Ada dua keadaan himpunan *fuzzy* linear, yaitu linear naik dan linear turun. Representasi himpunan *fuzzy* linear naik seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Representasi Linear Naik

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & x \geq b \end{cases} \quad (2.4)$$

Keterangan:

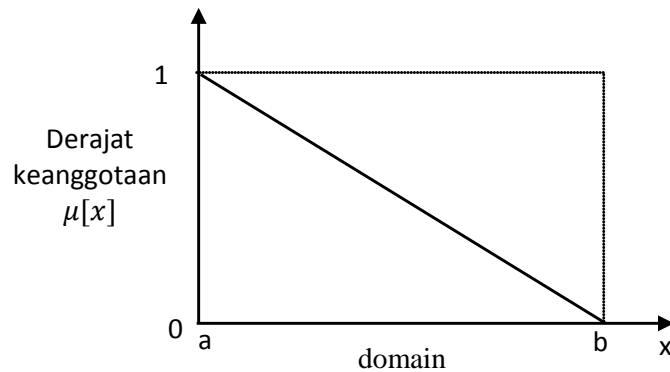
a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

Representasi himpunan *fuzzy* linear turun seperti yang ditunjukkan pada

Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Representasi Linear Turun

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} \frac{(b-x)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 0; & x \geq b \end{cases} \quad (2.5)$$

Keterangan:

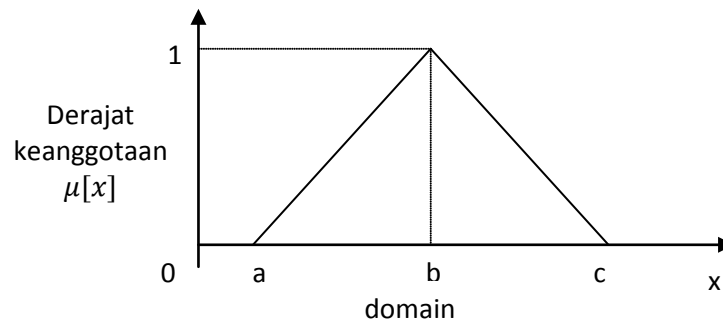
a = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

b. Representasi Kurva Segitiga

Kurva Segitiga pada dasarnya merupakan gabungan antara dua garis (linear) seperti terlihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Representasi Kurva Segitiga

Fungsi Keanggotaan:

$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq c \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ \frac{(c-x)}{(c-b)}; & b \leq x \leq c \end{cases} \quad (2.6)$$

Keterangan:

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol

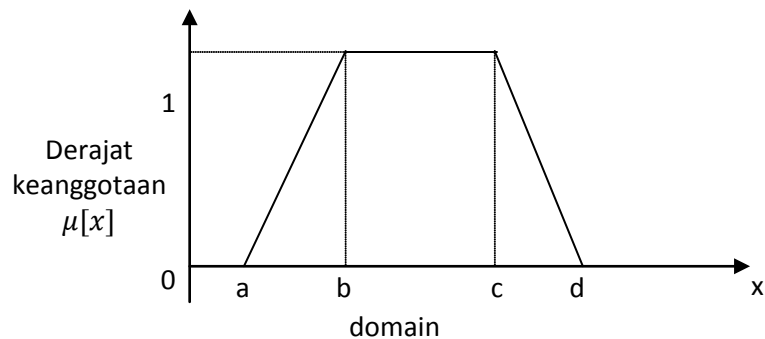
b = nilai domain yang mempunyai derajat keanggotaan satu

c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol

x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

c. Representasi Kurva Trapesium

Kurva Trapesium pada dasarnya seperti bentuk segitiga karena merupakan gabungan antara dua garis (linear), hanya saja ada beberapa titik yang memiliki nilai keanggotaan 1. Representasi kurva trapesium ditunjukkan pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Representasi Kurva Trapesium

Fungsi Keanggotaan:

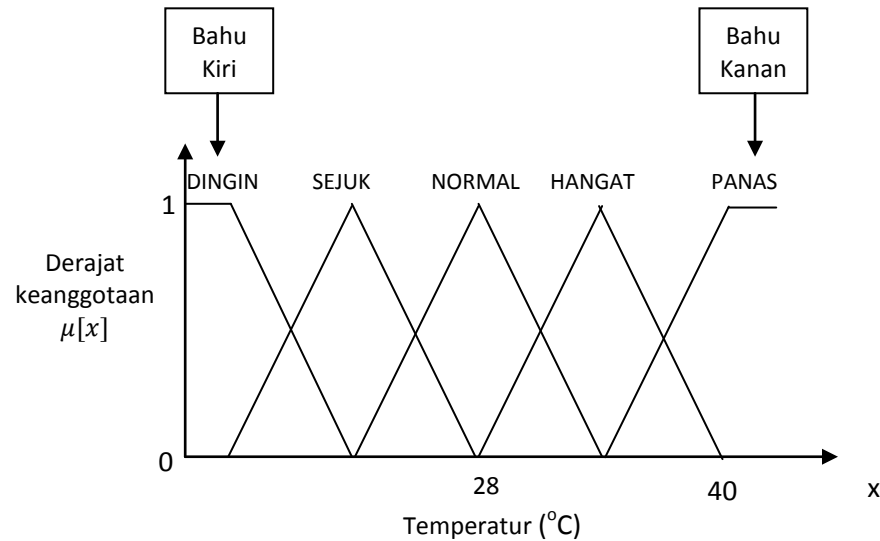
$$\mu[x] = \begin{cases} 0; & x \leq a \text{ atau } x \geq d \\ \frac{(x-a)}{(b-a)}; & a \leq x \leq b \\ 1; & b \leq x \leq c \\ \frac{(d-x)}{(d-c)}; & x \geq d \end{cases} \quad (2.7)$$

Keterangan:

a = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan nol
b = nilai domain terkecil yang mempunyai derajat keanggotaan satu
c = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan satu
d = nilai domain terbesar yang mempunyai derajat keanggotaan nol
x = nilai input yang akan di ubah ke dalam bilangan *fuzzy*

d. Representasi Kurva Bahu

Himpunan *fuzzy* bahu digunakan untuk mengakhiri variabel suatu daerah *fuzzy*. Bentuk kurva bahu berbeda dengan kurva segitiga, yaitu salah satu sisi pada variabel tersebut mengalami perubahan turun atau naik, sedangkan sisi yang lain tidak mengalami perubahan atau tetap. Bahu kiri bergerak dari benar ke salah, demikian juga bahu kanan bergerak dari salah ke benar. Gambar 2.9 menunjukkan variabel TEMPERATUR dengan daerah bahunya.



Gambar 2.9 Daerah bahu pada variabel TEMPERATUR

3. Operasi Himpunan *Fuzzy*

Seperti halnya himpunan bilangan tegas, ada beberapa operasi yang didefinisikan secara khusus untuk mengkombinasikan dan memodifikasi himpunan *fuzzy*. Nilai keanggotaan sebagai hasil dari operasi dua himpunan yang dikenal dengan nama α -predikat.

Menurut Wang (1997 : 29), ada tiga operasi dasar dalam himpunan *fuzzy*, yaitu komplemen, irisan (intersection) dan gabungan (union).

a) Komplemen

Operasi komplemen pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan operator NOT diperoleh dengan mengurangi nilai keanggotaan elemen pada himpunan yang bersangkutan dari 1.

$$\bar{A}(x) = 1 - A(x) \quad (2.8)$$

b) Irisan (Intersection)

Operasi irisan (intersection) pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan operator AND diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terkecil antar elemen pada himpunan - himpunan yang bersangkutan.

$$(A \cap B)(x) = \min [A(x), B(x)] \quad (2.9)$$

c) Gabungan (Union)

Operasi gabungan (union) pada himpunan *fuzzy* adalah sebagai hasil operasi dengan operator OR diperoleh dengan mengambil nilai keanggotaan terbesar antar elemen pada himpunan - himpunan yang bersangkutan.

$$(A \cup B)(x) = \max [A(x), B(x)] \quad (2.10)$$

F. Fungsi Implikasi

Tiap – tiap aturan (proposisi) pada basis pengetahuan *fuzzy* akan berhubungan dengan suatu relasi *fuzzy*. Bentuk umum dari aturan yang digunakan dalam fungsi implikasi adalah:

$$IF \ x \text{ is } A \ THEN \ y \text{ is } B \quad (2.11)$$

dengan x dan y adalah skalar, dan A dan B adalah himpunan *fuzzy*. Proposisi yang mengikuti *IF* disebut sebagai anteseden, sedangkan proporsi yang mengikuti *THEN* disebut sebagai konsekuen.

Secara umum, ada dua fungsi implikasi yang dapat digunakan, yaitu:

a) Min (minimum)

Pengambilan keputusan dengan fungsi min, yaitu dengan cara mencari nilai minimum berdasarkan aturan ke- i dan dapat dinyatakan dengan:

$$\alpha_i \cap \mu_{ci}(Z) \quad (2.12)$$

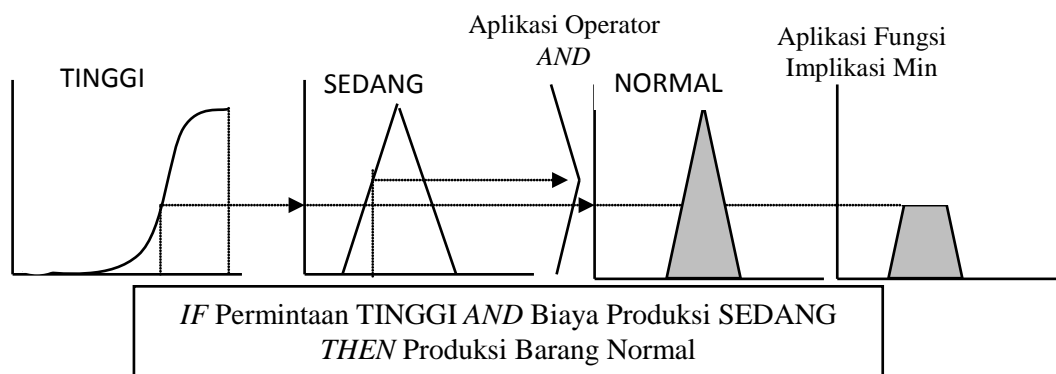
dimana

$$\alpha_i = \mu_{Ai}(x) \cap \mu_{Bi}(x) = \min \{ \mu_{Ai}(x), \mu_{Bi}(x) \} \quad (2.13)$$

Keterangan:

- α_i = nilai minimum dari himpunan *fuzzy* A dan B pada aturan ke- i
- $\mu_{Ai}(x)$ = derajat keanggotaan x dari himpunan *fuzzy* A pada aturan ke- i
- $\mu_{Bi}(x)$ = derajat keanggotaan x dari himpunan *fuzzy* B pada aturan ke- i
- $\mu_{Ci}(x)$ = derajat keanggotaan konsekuen pada himpunan *fuzzy* C pada aturan ke- i .

Contoh penggunaan fungsi min untuk kasus produksi barang seperti terlihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Fungsi Implikasi: MIN

b) Dot (product)

Pengambilan keputusan dengan fungsi dot yang didasarkan pada aturan ke- i dinyatakan dengan:

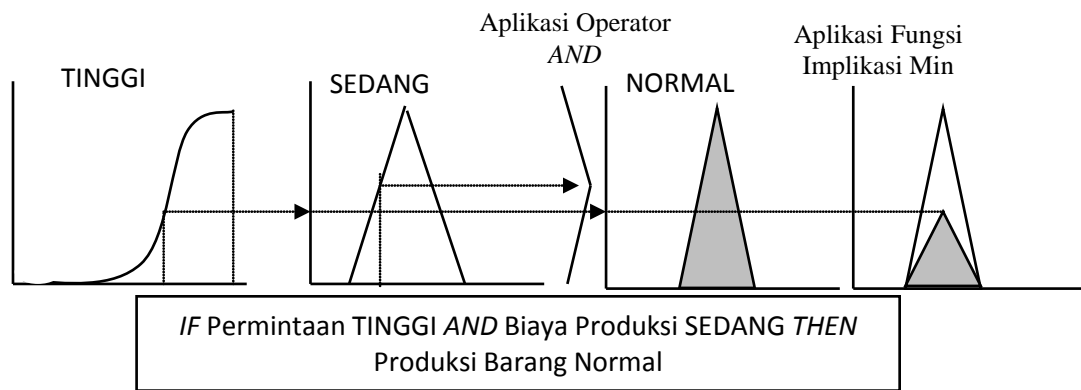
$$\alpha_i \cdot \mu_{ci}(Z) \quad (2.14)$$

Keterangan:

α_i = nilai minimum dari himpunan *fuzzy* A dan B pada aturan ke-*i*

$\mu_{ci}(x)$ = derajat keanggotaan konsekuen pada himpunan *fuzzy* C pada aturan ke-*i*.

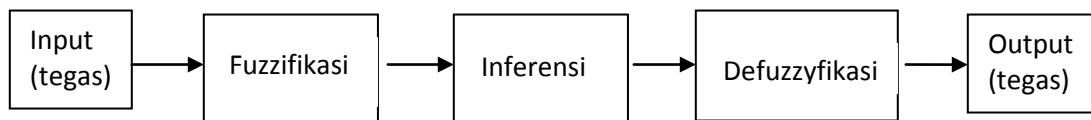
Contoh penggunaan fungsi dot pada kasus produksi barang seperti terlihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Fungsi Implikasi: DOT

G. Sistem Berbasis Aturan *Fuzzy*

Pendekatan logika *fuzzy* diimplementasikan dalam tiga tahapan, yakni: fuzzyfikasi, evaluasi rule (inferensi), dan defuzzifikasi.



Gambar 2.12. Tahapan sistem berbasis aturan *fuzzy*

1. Fuzzyfikasi

Fuzzyfikasi merupakan fase pertama dari perhitungan *fuzzy*, yaitu mengubah masukan - masukan yang nilai kebenarannya bersifat pasti ke dalam bentuk *fuzzy* input yang berupa tingkat keanggotaan / tingkat kebenaran. Dengan demikian,

tahap ini mengambil nilai-nilai crisp dan menentukan derajat di mana nilai-nilai tersebut menjadi anggota dari setiap himpunan *fuzzy* yang sesuai.

2. Inferensi

Inferensi adalah melakukan penalaran menggunakan *fuzzy* input dan *fuzzy* rules yang telah ditentukan sehingga menghasilkan *fuzzy* output. Secara sintaks, suatu *fuzzy* rule (aturan *fuzzy*) dituliskan sebagai berikut:

IF antecedent THEN consequent

3. Defuzzifikasi

Defuzzifikasi adalah mengubah *fuzzy* output menjadi nilai tegas berdasarkan fungsi keanggotaan yang telah ditentukan. Defuzzifikasi merupakan metode yang penting dalam pemodelan sistem *fuzzy*.

H. Sistem Inferensi *Fuzzy*

Salah satu aplikasi logika *fuzzy* yang telah berkembang amat luas dewasa ini adalah sistem inferensi *fuzzy* (*Fuzzy Inference System / FIS*), yaitu kerangka komputasi yang didasarkan pada teori himpunan *fuzzy*, aturan *fuzzy* berbentuk *IF-THEN*, dan penalaran *fuzzy*. Misalnya dalam penentuan status gizi, produksi barang, sistem pendukung keputusan, penentuan kebutuhan kalori harian, dan sebagainya.

Ada tiga metode dalam sistem inferensi *fuzzy* yang sering digunakan, yaitu metode Tsukamoto, metode Mamdani, dan metode Takagi Sugeno. Dalam penelitian ini akan dibahas penentuan status gizi menggunakan metode Mamdani. Sistem ini

berfungsi untuk mengambil keputusan melalui proses tertentu dengan mempergunakan aturan inferensi berdasarkan logika *fuzzy*.

Metode Mamdani sering dikenal dengan nama Metode Min – Max. Metode ini diperkenalkan oleh Ebrahim Mamdani pada tahun 1975. Untuk mendapatkan output, diperlukan 4 tahapan:

1) Pembentukan himpunan *fuzzy*

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*.

2) Aplikasi fungsi implikasi

Pada metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah Min.

3) Komposisi Aturan

Apabila sistem terdiri dari beberapa aturan, maka inferensi diperoleh dari gabungan antar aturan. Ada tiga metode yang digunakan dalam melakukan inferensi sistem *fuzzy*, yaitu: max, additive dan probabilistik OR (probor).

a. Metode Max (Maximum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara mengambil nilai maksimum aturan, kemudian menggunakannya untuk memodifikasi daerah *fuzzy*, dan mengaplikasikannya ke output dengan menggunakan operator OR (union). Jika semua proposisi telah dievaluasi, maka output akan berisi suatu himpunan *fuzzy* yang merefleksikan kontribusi dari tiap-tiap proposisi. Secara umum dapat dituliskan:

$$U_{sf}[x_i] = \max (U_{sf}[x_i], U_{kf}[x_i]) \quad (2.15)$$

Keterangan:

$U_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$U_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

b. Metode Additive (Sum)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan bounded-sum terhadap semua output daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$U_{sf}[x_i] = \min (1, U_{sf}[x_i] + U_{kf}[x_i]) \quad (2.16)$$

Keterangan:

$\mu_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

c. Metode Probabilistik OR (probor)

Pada metode ini, solusi himpunan *fuzzy* diperoleh dengan cara melakukan product terhadap semua output daerah *fuzzy*.

Secara umum dituliskan:

$$U_{sf}[x_i] = (U_{sf}[x_i] + U_{kf}[x_i] - (U_{sf}[x_i] \cdot U_{kf}[x_i])) \quad (2.17)$$

Keterangan:

$U_{sf}[x_i]$ = nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$U_{kf}[x_i]$ = nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* aturan ke-i.

4) Penegasan (defuzzifikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari suatu komposisi aturan – aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan

suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output.

Menurut Kusumadewi (2004 : 44), ada beberapa metode defuzzifikasi pada komposisi aturan Mamdani, antara lain:

a) Metode Centroid (Composite Moment)

Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$Z_0 = \frac{\int_a^b Z \cdot \mu(Z) dz}{\int_a^b \mu(Z) dz}, \text{ untuk domain kontinu} \quad (2.18)$$

Keterangan:

Z = nilai domain ke – i,

$\mu(Z)$ = derajat keanggotaan titik tersebut,

Z_0 = nilai hasil penegasan (defuzzyfikasi).

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n d_i \cdot U_{A_i}(d_i)}{\sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i)}, \text{ untuk domain diskret} \quad (2.19)$$

Keterangan:

Z = nilai hasil penegasan (defuzzyfikasi)

d_i = nilai keluaran pada aturan ke i

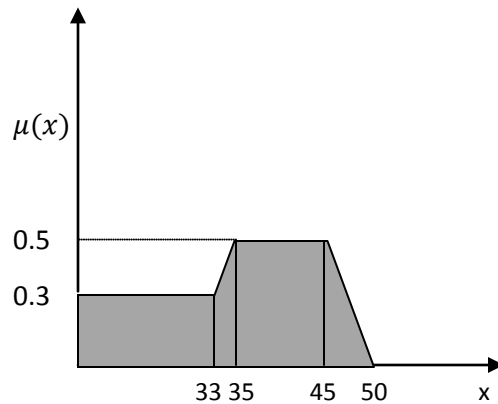
$U_{A_i}(d_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke –i

n = banyaknya aturan yang digunakan.

Berikut adalah contoh defuzzifikasi dengan metode centroid untuk menentukan produksi minuman. Diketahui output dari komposisi aturan pada kasus optimasi produksi minuman adalah sebagai berikut:

$$\mu(x) = \begin{cases} 0,3 ; & 0 \leq x \leq 33 \\ \frac{x-30}{10} ; & 33 \leq x \leq 35 \\ 0,5 ; & 35 \leq x \leq 45 \\ \frac{50-x}{10} ; & 45 \leq x \leq 50 \end{cases} \quad (2.20)$$

Daerah solusi *fuzzy* variabel produksi minuman seperti ditunjukkan pada Gambar 2.13.



Produksi minuman per hari dalam ribuan

Gambar 2.13. Daerah solusi *fuzzy* variabel produksi minuman

Berdasarkan daerah solusi *fuzzy* tersebut, akan dihitung jumlah produksi minuman setiap hari sebagai keluaran tegas dari proses defuzzifikasi.

$$\begin{aligned} X &= \frac{\int_0^{33} 0,3 x \, dx + \int_{33}^{35} \left(\frac{x-30}{10} \right) x \, dx + \int_{35}^{45} 0,5 x \, dx + \int_{45}^{50} \left(\frac{50-x}{10} \right) x \, dx}{\int_0^{33} 0,3 \, dx + \int_{33}^{35} \left(\frac{x-30}{10} \right) dx + \int_{35}^{45} 0,5 \, dx + \int_{45}^{50} \left(\frac{50-x}{10} \right) dx} \\ &= \frac{\frac{0,3}{2}x^2 \Big|_0^{33} + \left(\frac{0,1}{3}x^3 - \frac{3}{2}x^2 \right) \Big|_{33}^{35} + \frac{0,5}{2}x^2 \Big|_{35}^{45} + \left(\frac{5}{2}x^2 - \frac{0,1}{3}x^3 \right) \Big|_{45}^{50}}{0,3x \Big|_0^{33} + \left(\frac{0,1}{2}x^2 - 3x \right) \Big|_{33}^{35} + 0,5x \Big|_{35}^{45} + \left(5x - \frac{0,1}{2}x^2 \right) \Big|_{45}^{50}} = 26,485 \end{aligned}$$

Jadi jumlah minuman yang harus diproduksi setiap harinya sebanyak 26.485 kemasan.

b) Metode Bisektor

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai pada domain *fuzzy* yang memiliki nilai keanggotaan setengah dari jumlah total nilai keanggotaan pada daerah *fuzzy*. Secara umum dituliskan:

$$U_{(d)} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n U_{A_i}(d_i) \quad (2.21)$$

Keterangan:

d = nilai hasil penegasan (defuzzyfikasi),

d_i = nilai keluaran pada aturan ke-i,

$U_{A_i}(d_i)$ = derajat keanggotaan nilai keluaran pada aturan ke – i,

n = banyak aturan yang digunakan

c) Metode Mean of Maksimum (MOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai rata – rata domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

d) Metode Largest of Maximum (LOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terbesar dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

e) Metode Smallest of Maximum (SOM)

Pada metode ini, solusi crisp diperoleh dengan cara mengambil nilai terkecil dari domain yang memiliki nilai keanggotaan maksimum.

BAB III PEMBAHASAN

Secara teori sudah ada standar klasifikasi untuk menentukan status gizi berdasarkan Indeks Massa Tubuh (IMT). Namun standar penentuan status gizi tersebut menggunakan himpunan tegas. Penggunaan himpunan tegas dalam penentuan status gizi sangat kaku karena dengan adanya perubahan yang kecil saja terhadap nilai mengakibatkan perbedaan kategori. Sebagai contoh, seseorang dengan berat badan 57 kg dan tinggi badan 151 cm bila dihitung menggunakan logika tegas, nilai gizinya adalah 25 yang termasuk ke dalam kategori normal. Dan seseorang dengan berat badan 58 kg dan tinggi badan 152 cm bila dihitung menggunakan logika tegas, nilai gizinya adalah 25.1 yang termasuk ke dalam kategori gemuk tingkat ringan. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan sedikit pada nilai gizi akan memberikan perbedaan kategori dalam penentuan status gizi.

Penggunaan logika *fuzzy* dalam penentuan status gizi akan memberikan toleransi terhadap nilai gizi yang diperoleh. Sehingga dengan adanya perubahan yang kecil tidak akan memberikan perubahan yang signifikan, hanya akan mempengaruhi derajat keanggotaannya saja. Sebagai contoh, seseorang dengan berat badan 57 kg dan tinggi badan 151 cm bila dihitung menggunakan logika *fuzzy*, nilai gizinya adalah 25,8 yang termasuk ke dalam kategori gemuk tingkat ringan. Dan seseorang dengan berat badan 58 kg dan tinggi badan 152 cm bila dihitung menggunakan logika *fuzzy*, nilai gizinya adalah 25.5 yang juga termasuk ke dalam kategori gemuk tingkat ringan.

Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya perubahan sedikit pada nilai tidak mengakibatkan perbedaan kategori, hanya akan mempengaruhi derajat keanggotaannya saja.

Dalam logika *fuzzy*, variabel input yang digunakan adalah berupa interval, sehingga input yang berupa bilangan tegas harus diubah ke dalam bilangan *fuzzy*. Sedangkan dalam himpunan tegas, input yang digunakan adalah suatu bilangan tegas. Hal ini tentu akan berpengaruh terhadap nilai gizi dan status gizi yang dihasilkan.

A. Model Fuzzy Mamdani

Dalam penentuan status gizi, aplikasi logika *fuzzy* digunakan untuk mengubah input yang berupa berat dan tinggi badan sehingga mendapatkan output berupa nilai gizi. Kemudian disesuaikan dengan range keanggotaan pada variabel nilai gizi sehingga diperoleh status gizi. Dalam penentuan status gizi digunakan metode Mamdani atau sering juga dikenal dengan nama Metode Min - Max. Dalam metode ini, pada setiap aturan yang berbentuk implikasi (“sebab-akibat”) anteseden yang berbentuk konjungsi (*AND*) mempunyai nilai keanggotaan berbentuk minimum (*min*), sedangkan konsekuen gabungannya berbentuk maksimum (*max*). Untuk mendapatkan output, diperlukan empat tahapan yaitu:

1. Pembentukan Himpunan *Fuzzy*

Pada Metode Mamdani, baik variabel input maupun variabel output dibagi menjadi satu atau lebih himpunan *fuzzy*. Dalam penentuan status gizi dengan parameter Indeks Massa Tubuh (IMT), variabel input dibagi menjadi dua yaitu

variabel berat dan tinggi badan. Serta satu variabel output, yaitu variabel nilai gizi. Variabel nilai gizi ini dibentuk berdasarkan klasifikasi IMT. Hasil dari pengukuran indeks massa tubuh tidak tergantung pada umur dan jenis kelamin. Penentuan variabel yang digunakan dalam penelitian ini, terlihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1. Semesta pembicaraan untuk setiap variabel *fuzzy*.

| Fungsi | Nama Variabel | Semesta Pembicaraan |
|--------|---------------|---------------------|
| Input | Berat Badan | [35,80] |
| | Tinggi Badan | [145,190] |
| Output | Nilai Gizi | [13,33] |

Dari variabel yang telah dimunculkan, kemudian disusun domain himpunan *fuzzy*. Berdasarkan domain tersebut, selanjutnya ditentukan fungsi keanggotaan dari masing – masing variabel seperti terlihat pada Tabel 3.2. Berikut adalah perancangan himpunan *fuzzy* pada penentuan status gizi menggunakan indeks massa tubuh :

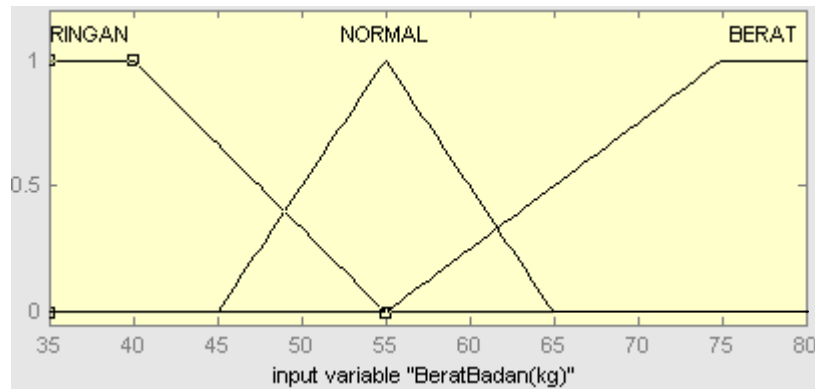
Tabel 3.2. Tabel himpunan *fuzzy*

| Variabel | Himpunan | Domain | Fungsi Keanggotaan | Parameter |
|-------------------|----------------------|-----------|--------------------|----------------------|
| Berat badan (kg) | Ringan | [35,55] | Bahu kiri | (35; 40; 55) |
| | Normal | [45,65] | Segitiga | (45; 55; 65) |
| | Berat | [55,80] | Bahu kanan | (55; 75; 85) |
| Tinggi badan (cm) | Rendah | [145,165] | Bahu kiri | (145; 150; 165) |
| | Normal | [150,175] | Segitiga | (150; 165; 175) |
| | Tinggi | [160,190] | Bahu kanan | (160; 175; 190) |
| Nilai Gizi | Kurus tingkat berat | [13,17] | Bahu kiri | (13; 16; 17) |
| | Kurus tingkat ringan | [16,18.5] | Trapeسيوم | (16; 17; 17.5; 18.5) |
| | Normal | [17.5,25] | Trapeسيوم | (17.5; 18.5; 24; 25) |
| | Gemuk tingkat ringan | [24,27] | Trapeسيوم | (24; 25; 26; 27) |
| | Gemuk tingkat berat | [26,33] | Bahu Kanan | (26; 27; 33) |

Himpunan *fuzzy* beserta fungsi keanggotaan dari variabel berat badan, tinggi badan, dan nilai gizi direpresentasikan sebagai berikut:

a. Himpunan *Fuzzy* Variabel Berat Badan

Pada variabel berat badan didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu RINGAN, NORMAL, dan BERAT. Untuk merepresentasikan variabel berat badan digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* RINGAN, bentuk kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* NORMAL, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan *fuzzy* BERAT. Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel berat badan ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Himpunan *fuzzy*: Berat Badan

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel berat badan, sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.

Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Ringan} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 40 \\ \frac{55 - x}{15} & ; 40 \leq x \leq 55 \\ 0 & ; x \geq 55 \end{cases}$$

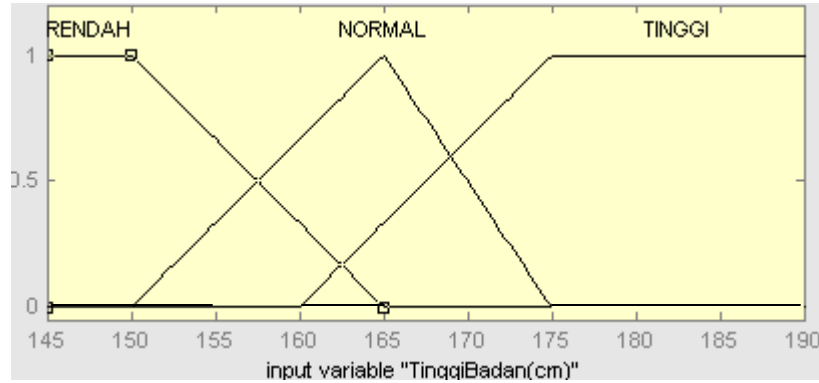
$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 45 \\ \frac{x - 45}{10} & ; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{10} & ; 55 \leq x \leq 65 \\ 0 & ; x \geq 65 \end{cases} \quad (3.1)$$

$$\mu_{Berat} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 55 \\ \frac{x - 55}{20} & ; 55 \leq x \leq 75 \\ 1 & ; x \geq 75 \end{cases}$$

Seseorang dianggap ringan bila berat badannya antara 35 kg sampai 55 kg, dianggap normal bila berat badannya antara 45 kg sampai 65 kg, dianggap berat bila berat badannya antara 55 kg sampai 80 kg, dianggap ringan sekaligus normal bila berat badannya antara 45 kg sampai 55 kg, dan dianggap normal sekaligus tinggi bila berat badannya antara 55 kg sampai 65 kg

b. Himpunan *Fuzzy* Variabel Tinggi Badan

Pada variabel tinggi badan didefinisikan tiga himpunan *fuzzy*, yaitu RENDAH, NORMAL, dan TINGGI. Untuk merepresentasikan variabel tinggi badan digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* RENDAH, bentuk kurva segitiga untuk himpunan *fuzzy* NORMAL, dan bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan *fuzzy* TINGGI. Representasi himpunan *fuzzy* untuk variabel tinggi badan ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Himpunan *Fuzzy*: Tinggi Badan

Dimana sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel tinggi badan, sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.

Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 150 \\ \frac{165 - x}{15} & ; 150 \leq x \leq 165 \\ 0 & ; x \geq 165 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 150 \\ & \text{atau } x \geq 175 \\ \frac{x - 150}{15} & ; 150 \leq x \leq 165 \\ \frac{175 - x}{10} & ; 165 \leq x \leq 175 \end{cases} \quad (3.2)$$

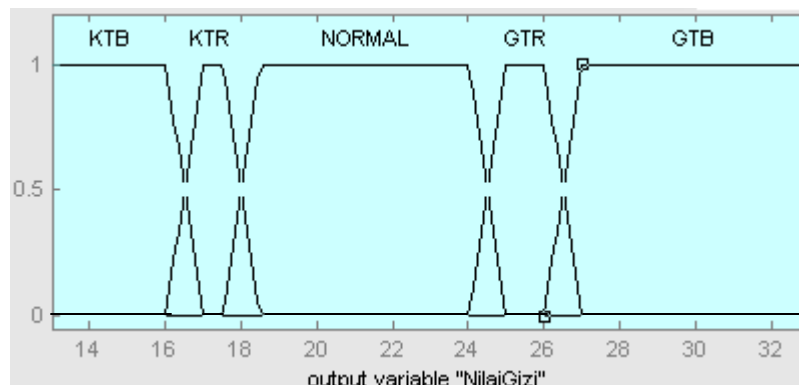
$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 160 \\ \frac{x - 160}{15} & ; 160 \leq x \leq 175 \\ 1 & ; x \geq 175 \end{cases}$$

Seseorang dianggap rendah bila tinggi badannya antara 145 cm sampai 165 cm, dianggap normal bila tinggi badannya antara 150 cm sampai 175 cm, dianggap tinggi bila tinggi badannya antara 160 cm sampai 190 cm, dianggap rendah sekaligus

normal bila tingginya antara 150 cm sampai 165 cm, dianggap normal sekaligus tinggi bila tingginya antara 160 cm sampai 175 cm, dan dianggap rendah sekaligus normal dan sekaligus tinggi bila tingginya antara 160 cm sampai 165 cm.

c. Himpunan Fuzzy Variabel Nilai Gizi

Himpunan fuzzy nilai gizi diperoleh berdasarkan klasifikasi pada Indeks Massa Tubuh (IMT), yang direpresentasikan menggunakan himpunan *fuzzy*. Pada variabel nilai gizi didefinisikan lima himpunan *fuzzy*, yaitu KURUS TINGKAT BERAT, KURUS TINGKAT RINGAN, NORMAL, GEMUK TINGKAT RINGAN, GEMUK TINGKAT BERAT. Untuk merepresentasikan variabel nilai gizi digunakan bentuk kurva bahu kiri untuk himpunan *fuzzy* KURUS TINGKAT BERAT, bentuk kurva trapesium untuk himpunan *fuzzy* KURUS TINGKAT RINGAN, NORMAL, serta GEMUK TINGKAT RINGAN, bentuk kurva bahu kanan untuk himpunan *fuzzy* GEMUK TINGKAT BERAT. Gambar himpunan *fuzzy* untuk variabel nilai gizi ditunjukkan pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Himpunan *fuzzy*: Nilai Gizi

Keterangan:

KTB : Kurus Tingkat Berat

KTR : Kurus Tingkat Ringan

GTR : Gemuk Tingkat Ringan

GTB : Gemuk Tingkat Berat

Berdasarkan Gambar 3.3 sumbu horizontal merupakan nilai input dari variabel nilai gizi, sedangkan sumbu vertikal merupakan tingkat keanggotaan dari nilai input.

Dengan fungsi keanggotaan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{kurus tingkat berat}} &= \begin{cases} 1 & ; x \leq 16 \\ 17 - x & ; 16 \leq x \leq 17 \\ 0 & ; x \geq 17 \end{cases} \\ \mu_{\text{kurus tingkat ringan}} &= \begin{cases} 0 & ; x \leq 16 \text{ atau } x \geq 18.5 \\ x - 16 & ; 16 \leq x \leq 17 \\ 1 & ; 17 \leq x \leq 17.5 \\ 18.5 - x & ; 17.5 \leq x \leq 18.5 \end{cases} \\ \mu_{\text{normal}} &= \begin{cases} 0 & ; x \leq 17.5 \text{ atau } x \geq 25 \\ x - 17.5 & ; 17.5 \leq x \leq 18.5 \\ 1 & ; 18.5 \leq x \leq 24 \\ 25 - x & ; 24 \leq x \leq 25 \end{cases} \quad (3.3) \\ \mu_{\text{gemuk tingkat ringan}} &= \begin{cases} 0 & ; x \leq 24 \text{ atau } x \geq 27 \\ x - 24 & ; 24 \leq x \leq 25 \\ 1 & ; 25 \leq x \leq 26 \\ 27 - x & ; 26 \leq x \leq 27 \end{cases} \\ \mu_{\text{gemuk tingkat berat}} &= \begin{cases} 0 & ; x \leq 26 \\ x - 26 & ; 26 \leq x \leq 27 \\ 1 & ; x \geq 27 \end{cases} \end{aligned}$$

Seseorang dianggap kurus tingkat berat bila nilai gizinya antara 13 sampai 17, dianggap kurus tingkat ringan bila nilai gizinya antara 16 sampai 18.5, dianggap

normal bila nilai gizinya antara 17.5 sampai 25, dianggap gemuk tingkat ringan bila nilai gizinya antara 24 sampai 27, dianggap gemuk tingkat berat bila nilai gizinya antara 26 sampai 33, dianggap kurus tingkat berat sekaligus kurus tingkat ringan bila nilai gizinya antara 16 sampai 17, dianggap kurus tingkat ringan sekaligus normal bila nilai gizinya antara 17.5 sampai 18.5, dianggap normal sekaligus gemuk tingkat ringan bila nilai gizinya antara 24 sampai 25, dan dianggap gemuk tingkat ringan sekaligus gemuk tingkat berat bila nilai gizinya antara 26 sampai 27.

Setelah pembentukan fungsi keanggotaan pada masing – masing variabel, input yang berupa nilai *crisp* akan diubah ke dalam *fuzzy* input yaitu dengan menentukan derajat keanggotaan nilai input pada sebuah himpunan *fuzzy*, proses ini disebut fuzzyfikasi.

2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Setelah pembentukan himpunan *fuzzy*, maka dilakukan pembentukan aturan *fuzzy*. Aturan - aturan dibentuk untuk menyatakan relasi antara input dan output. Tiap aturan merupakan suatu implikasi. Operator yang digunakan untuk menghubungkan antara dua input adalah operator *AND*, dan yang memetakan antara input-output adalah *IF-THEN*. Proposisi yang mengikuti *IF* disebut anteseden, sedangkan proposisi yang mengikuti *THEN* disebut konsekuen.

Berdasarkan kategori dalam IMT, maka dapat dibentuk aturan – aturan sebagai berikut :

Tabel 3.3 Aturan - aturan dalam penentuan status gizi

| | | Berat Badan | | |
|--------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|
| | | Ringan | Normal | Berat |
| Tinggi Badan | Rendah | Normal | Gemuk tingkat ringan | Gemuk tingkat berat |
| | Normal | Kurus tingkat ringan | Normal | Gemuk tingkat ringan |
| | Tinggi | Kurus tingkat berat | Kurus tingkat ringan | Normal |

[R1]: Jika berat badan adalah ringan dan tinggi badan adalah rendah maka status gizinya adalah normal.

[R2]: Jika berat badan adalah ringan dan tinggi badan adalah normal maka status gizinya adalah kurus tingkat ringan.

[R3]: Jika berat badan adalah ringan dan tinggi badan adalah tinggi maka status gizinya adalah kurus tingkat berat.

[R4]: Jika berat badan adalah normal dan tinggi badan adalah rendah maka status gizinya adalah gemuk tingkat ringan.

[R5]: Jika berat badan adalah normal dan tinggi badan adalah normal maka status gizinya adalah normal.

[R6]: Jika berat badan adalah normal dan tinggi badan adalah tinggi maka status gizinya adalah kurus tingkat ringan.

[R7]: Jika berat badan adalah berat dan tinggi badan adalah rendah maka status gizinya adalah gemuk tingkat berat.

[R8]: Jika berat badan adalah berat dan tinggi badan adalah normal maka status gizinya adalah gemuk tingkat ringan.

[R9]: Jika berat badan adalah berat dan tinggi badan adalah tinggi maka status gizinya adalah normal.

Setelah aturan dibentuk, maka dilakukan aplikasi fungsi implikasi. Pada Metode Mamdani, fungsi implikasi yang digunakan adalah MIN, yang berarti tingkat keanggotaan yang didapat sebagai konsekuen dari proses ini adalah nilai minimum dari variabel berat badan dan tinggi badan. Sehingga didapatkan daerah *fuzzy* pada variabel nilai gizi untuk masing – masing aturan.

3. Komposisi Aturan

Pada metode Mamdani, komposisi antar fungsi implikasi menggunakan fungsi MAX yaitu dengan cara mengambil nilai maksimum dari output aturan kemudian menggabungkan daerah fuzzy dari masing – masing aturan dengan operator OR.

$$\mu_{sf}[x] = \max (\mu_{kf_1}[x], \mu_{kf_2}[x], \mu_{kf_3}[x], \mu_{kf_4}[x], \mu_{kf_5}[x], \mu_{kf_6}[x], \mu_{kf_7}[x], \mu_{kf_8}[x], \mu_{kf_9}[x])$$

Keterangan:

$\mu_{sf}[x]$: nilai keanggotaan solusi *fuzzy* sampai aturan ke-i;

$\mu_{kf_i}[x]$: nilai keanggotaan konsekuen *fuzzy* setiap aturan ke-i, dimana $i = 1, 2, \dots, 6$.

4. Penegasan (defuzzifikasi)

Input dari proses defuzzifikasi adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan tegas pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Sehingga jika diberikan suatu himpunan *fuzzy* dalam range tertentu, maka harus dapat diambil suatu nilai *crisp* tertentu sebagai output. Defuzzifikasi yang digunakan dalam menentukan nilai gizi adalah dengan

metode centroid. Pada metode ini, solusi *crisp* diperoleh dengan cara mengambil titik pusat (Z_0) daerah *fuzzy*. Secara umum dirumuskan:

$$Z_0 = \frac{\int_a^b Z \cdot \mu(Z) dz}{\int_a^b \mu(Z) dz} \quad (3.5)$$

untuk domain kontinyu, dengan Z_0 adalah nilai hasil defuzzyfikasi dan $\mu(Z)$ adalah derajat keanggotaan titik tersebut, sedangkan Z adalah nilai domain ke- i .

B. Penentuan Status Gizi

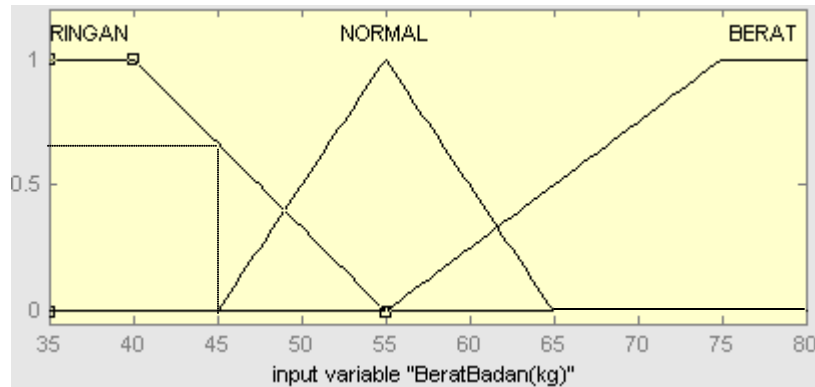
Dalam penelitian ini, himpunan *fuzzy* digunakan untuk menentukan status gizi seseorang. Himpunan *fuzzy* tersebut meliputi variabel berat badan dan tinggi badan sebagai input, dan nilai gizi sebagai output. Berikut adalah contoh penerapan logika *fuzzy* dalam menghitung nilai gizi dan menentukan status gizi seseorang.

Contoh Kasus 1:

Seseorang dengan berat badan 45 kg dan tinggi badan 170 cm ingin mengetahui nilai gizi dan status gizinya.

Langkah 1. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Variabel berat badan telah didefinisikan pada tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: RINGAN, NORMAL, dan BERAT. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 3.4. Berikut adalah gambar tingkat keanggotaan pada variabel berat badan untuk berat 45 kg:



Gambar 3.4. Fungsi keanggotaan untuk berat badan 45 kg

Berat badan 45 kg termasuk kedalam himpunan *fuzzy* RINGAN dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Ringan} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 40 \\ \frac{55 - x}{15} & ; 40 \leq x \leq 55 \\ 0 & ; x \geq 55 \end{cases}$$

Sehingga diperoleh:

$$\mu_{Ringan}(45) = \frac{55 - 45}{15} = 0.67$$

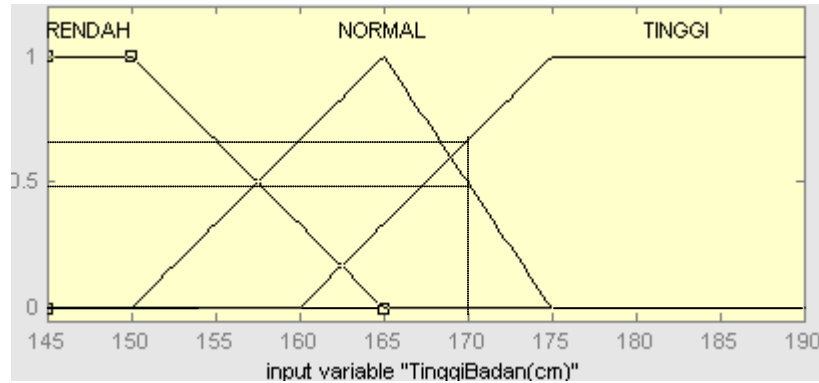
$$\mu_{Normal}(45) = 0.00$$

$$\mu_{Berat}(45) = 0.00$$

yang berarti bahwa, berat badan orang tersebut dikatakan ringan dengan tingkat keanggotaan 67%.

Untuk variabel tinggi badan didefinisikan pada tiga himpunan *fuzzy*, yaitu: rendah, normal, dan tinggi. Setiap himpunan *fuzzy* memiliki interval keanggotaan,

yakni seperti terlihat pada Gambar 3.5. Berikut adalah gambar tingkat keanggotaan pada variabel tinggi badan untuk tinggi 170 cm:



Gambar 3.5. Fungsi keanggotaan untuk tinggi badan 170 cm

Tinggi badan 170 cm termasuk ke dalam himpunan *fuzzy* NORMAL dan TINGGI, dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 150 \\ & \text{atau } x \geq 175 \\ \frac{x - 150}{15} & ; 150 \leq x \leq 165 \\ \frac{175 - x}{10} & ; 165 \leq x \leq 175 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 160 \\ \frac{x - 160}{15} & ; 160 \leq x \leq 175 \\ 1 & ; x \geq 175 \end{cases}$$

Sehingga diperoleh:

$$\mu_{Rendah}(170) = 0.00$$

$$\mu_{Normal}(170) = \frac{175 - 170}{10} = 0.50$$

$$\mu_{Tinggi}(170) = \frac{170 - 160}{15} = 0.67$$

yang berarti bahwa, tinggi badan orang tersebut dapat dikatakan normal dengan tingkat keanggotaan 50%. Dan tinggi badan orang tersebut juga dapat dikatakan tinggi dengan tingkat keanggotaan 67%.

Langkah 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut, maka diperoleh:

[R1] JIKA berat badan adalah RINGAN dan tinggi badan adalah NORMAL
MAKA status gizinya adalah KURUS TINGKAT RINGAN .

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}} \\ &= \min (\mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} (0.67) , \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}}(0.5)) \\ &= \min (0.67, 0.50) = 0.50\end{aligned}$$

[R2] JIKA berat badan adalah RINGAN dan tinggi badan adalah TINGGI
MAKA status gizinya adalah KURUS TINGKAT BERAT .

$$\begin{aligned}\alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}} \\ &= \min (\mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} (0.67) , \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}}(0.67)) \\ &= \min (0.67, 0.67) = 0.67\end{aligned}$$

Tabel 3.4. Aplikasi fungsi implikasi untuk berat badan 45 kg
dan tinggi badan 170 cm

| | | Berat Badan | | |
|--------------|--------|----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | | Ringan | Normal | Berat |
| Tinggi Badan | Rendah | Normal (0.00) | Gemuk tingkat ringan (0.00) | Gemuk tingkat berat (0.00) |
| | Normal | Kurus tingkat ringan 0.50 | Normal (0.00) | Gemuk tingkat ringan (0.00) |
| | Tinggi | Kurus tingkat berat (0.67) | Kurus tingkat ringan (0.00) | Normal (0.00) |

Langkah 3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan menggunakan fungsi MAX, sehingga diperoleh seperti Gambar 3.6. Komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing – masing aturan, sehingga didapat daerah solusi *fuzzy* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{sf}(x) &= maks \{ \mu_{KTR}(x), \mu_{KTB}(x) \} \\ &= maks \{ 0.50, 0.67 \}\end{aligned}$$

Titik potong antara aturan-1 dan aturan-2 adalah ketika

$\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT RINGAN}}(x) = \mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT BERAT}}(x)$, yaitu:

$$17 - x = 0.5$$

$$\Leftrightarrow x = 17 - 0.5$$

$$\Leftrightarrow x = 16.5$$

Ketika $\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT BERAT}}(x) = 0.67$, maka dapat ditentukan nilai x sebagai berikut:

$$17 - x = 0.67$$

$$\Leftrightarrow x = 17 - 0.67$$

$$\Leftrightarrow x = 16.33$$

Ketika $\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT RINGAN}}(x) = 0.5$, maka nilai x adalah:

$$18.5 - x = 0.5$$

$$\Leftrightarrow x = 18.5 - 0.5$$

$$\Leftrightarrow x = 18$$

Sehingga didapat fungsi keanggotaan daerah solusi sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Nilai Gizi}} = \begin{cases} 0.67; & 13 \leq x \leq 16.33 \\ 17 - x; & 16.33 \leq x \leq 16.5 \\ 0.5; & 16.5 \leq x \leq 18 \\ 18.5 - x; & 18 \leq x \leq 18.5 \end{cases}$$

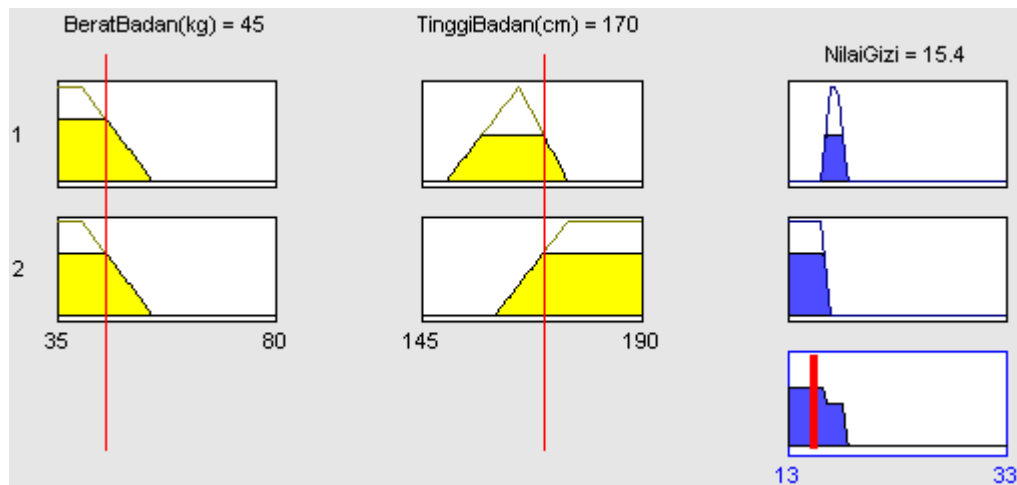
Langkah 4. Defuzzifikasi

Langkah terakhir dalam proses ini adalah defuzzifikasi atau disebut juga tahap penegasan, yaitu untuk mengubah himpunan *fuzzy* menjadi bilangan real. Input dari proses penegasan ini adalah suatu himpunan *fuzzy* yang diperoleh dari komposisi aturan-aturan *fuzzy*, sedangkan output yang dihasilkan merupakan suatu bilangan pada domain himpunan *fuzzy* tersebut. Defuzzifikasi yang digunakan dalam menentukan nilai gizi adalah dengan metode centroid. Berikut adalah perhitungan defuzzifikasi dengan metode centroid:

$$\begin{aligned}
X &= \frac{\int_{13}^{16} (0.67) x dx + \int_{16}^{16.5} (17-x) x dx + \int_{16.5}^{17.5} 0.5 x dx + \int_{17.5}^{18.5} (18.5-x) x dx}{\int_{13}^{16} (0.67) dx + \int_{16}^{16.5} (17-x) dx + \int_{16.5}^{17.5} 0.5 dx + \int_{17.5}^{18.5} (18.5-x) dx} \\
&= \frac{\left[\frac{0.67}{2} x^2 \right]_{13}^{16.33} + \left[\frac{17}{2} x^2 - \frac{1}{3} x^3 \right]_{16.33}^{16.5} + \left[\frac{0.5}{2} x^2 \right]_{16.5}^{18} + \left[\frac{18.5}{2} x^2 - \frac{1}{3} x^3 \right]_{18}^{18.5}}{0.67x]_{13}^{16.33} + \left[17x - \frac{1}{2} x^2 \right]_{16.33}^{16.5} + 0.5x]_{16.5}^{18} + \left[18.5x - \frac{1}{2} x^2 \right]_{18}^{18.5}} \\
&= \frac{49.52}{3.205} = 15.4
\end{aligned}$$

Nilai gizi 15.4 termasuk ke dalam kategori kurus tingkat berat, sehingga berdasarkan perhitungan tersebut status gizi seseorang adalah kurus tingkat berat.

Penalaran *fuzzy* diolah dengan menggunakan program simulasi yang disediakan fasilitasnya oleh *Toolbox Fuzzy Matlab 6.1* ditunjukkan pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Penalaran *fuzzy* untuk berat badan 45 kg dan tinggi badan 170 cm

Keterangan:

Interval [35,80] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel berat badan

Interval [145,190] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel tinggi badan

Interval [13,33] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel nilai gizi

Kolom pertama pada Gambar 3.6 menunjukkan tingkat keanggotaan berat 45 kg pada variabel berat badan, kolom kedua menunjukkan tingkat keanggotaan tinggi 170 cm pada variabel tinggi badan, dan kolom ketiga menunjukkan konsekuensi dari fungsi implikasi aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut. Baris terakhir dan kolom terakhir, menunjukkan gabungan daerah *fuzzy* dari masing – masing aturan. Dari gambar tersebut, garis vertikal merah tebal pada variabel nilai gizi menunjukkan nilai gizi seseorang yaitu sebesar 15.4. Nilai gizi tersebut termasuk ke dalam keanggotaan himpunan *fuzzy* kurus tingkat berat, sehingga status gizi orang tersebut dikatakan **kurus tingkat berat**.

Jika nilai gizi dan penentuan status gizi seseorang tersebut dihitung menggunakan logika tegas, seperti yang telah disebutkan pada rumus (3.4) maka akan diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{IMT} &= \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)} \times \text{Tinggi badan (m)}} \\ &= \frac{45}{(1.7)^2} = 15.6 \end{aligned}$$

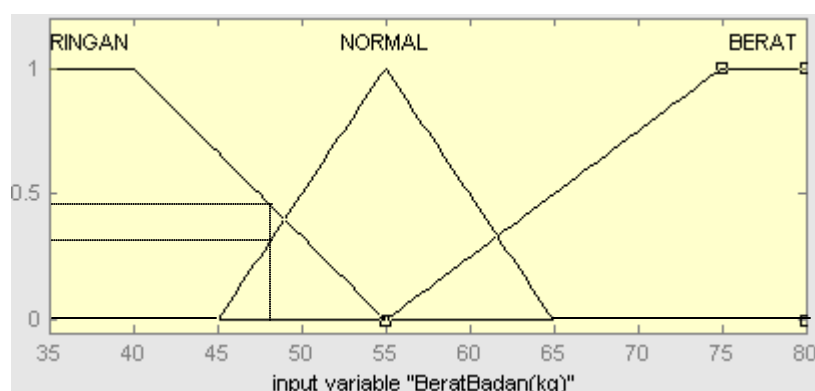
Nilai gizi tersebut termasuk ke dalam kategori kurus tingkat berat. Dalam kasus ini, hasil dari perhitungan nilai gizi menggunakan logika *fuzzy* tidak sama dengan menggunakan logika tegas walaupun status gizinya sama.

Contoh Kasus 2:

Seseorang dengan berat badan 48 kg dan tinggi badan 165 cm ingin mengetahui nilai gizi dan status gizinya.

Langkah 1. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Variabel berat badan telah didefinisikan pada tiga kategori, yaitu: ringan, normal, dan berat. Setiap kategori memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 3.7. Berikut adalah gambar tingkat keanggotaan pada variabel berat badan untuk berat 48 kg:



Gambar 3.7. Fungsi keanggotaan untuk berat badan 48 kg

Berat badan 48 kg termasuk ke dalam himpunan *fuzzy* RINGAN dan NORMAL, dengan masing – masing tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Ringan} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 40 \\ \frac{55 - x}{15} & ; 40 \leq x \leq 55 \\ 0 & ; x \geq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 45 \\ \frac{x - 45}{10} & ; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{10} & ; 55 \leq x \leq 65 \\ 0 & ; x \geq 65 \end{cases}$$

Sehingga diperoleh:

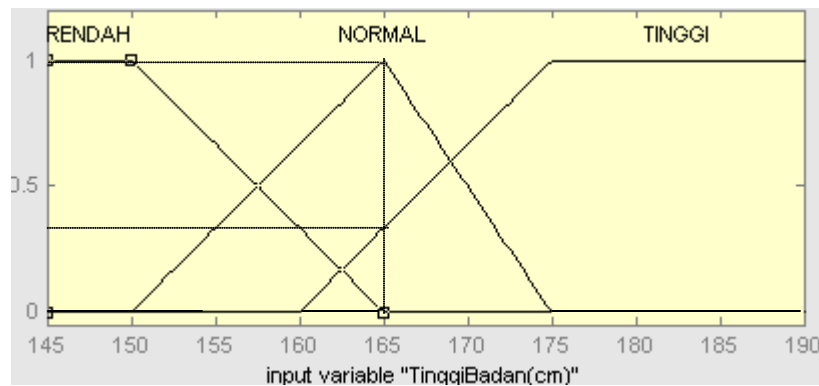
$$\mu_{Ringan}(48) = \frac{55 - 48}{15} = 0.47$$

$$\mu_{Normal}(48) = \frac{48 - 45}{10} = 0.30$$

$$\mu_{Berat}(48) = 0.00$$

yang berarti bahwa, berat badan orang tersebut dapat dikatakan ringan dengan tingkat keanggotaan 47%. Dan berat badan orang tersebut juga dapat dikatakan normal dengan tingkat keanggotaan 30%.

Untuk variabel tinggi badan didefinisikan pada tiga kategori, yaitu: rendah, normal, dan tinggi. Setiap kategori memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 3.8. Berikut adalah gambar tingkat keanggotaan pada variabel tinggi badan untuk tinggi 165 cm:



Gambar 3.8. Fungsi keanggotaan untuk tinggi badan 165 cm

Tinggi badan 165 cm termasuk ke dalam himpunan *fuzzy* RENDAH dan NORMAL, dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 150 \\ & \text{atau } x \geq 175 \\ \frac{x - 150}{15} & ; 150 \leq x \leq 165 \\ \frac{175 - x}{10} & ; 165 \leq x \leq 175 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 160 \\ \frac{x - 160}{15} & ; 160 \leq x \leq 175 \\ 1 & ; x \geq 175 \end{cases}$$

Sehingga diperoleh:

$$\mu_{Rendah}(165) = 0.00$$

$$\mu_{Normal}(165) = 1.00$$

$$\mu_{Tinggi}(165) = \frac{165 - 160}{15} = 0.33$$

yang berarti bahwa, tinggi badan orang tersebut dapat dikatakan normal dengan tingkat keanggotaan 100%. Tinggi badan orang tersebut juga dapat dikatakan tinggi dengan tingkat keanggotaan 33%.

Langkah 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut, maka diperoleh:

[R1] JIKA berat badan adalah RINGAN dan tinggi badan adalah NORMAL
MAKA status gizinya adalah KURUS TINGKAT RINGAN.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}} \\
&= \min (\mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} (0.47) , \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}} (1.00)) \\
&= \min (0.47, 1.00) = 0.47
\end{aligned}$$

[R2] JIKA berat badan adalah RINGAN dan tinggi badan adalah TINGGI
MAKA status gizinya adalah KURUS TINGKAT BERAT.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}} \\
&= \min (\mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} (0.47) , \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}} (0.33)) \\
&= \min (0.47, 0.33) = 0.33
\end{aligned}$$

[R3] JIKA berat badan adalah NORMAL dan tinggi badan adalah NORMAL
MAKA status gizinya adalah NORMAL.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_3 &= \mu_{\text{Berat BadanNORMAL}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}} \\
&= \min (\mu_{\text{Berat BadanNORMAL}} (0.30) , \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}} (1.00)) \\
&= \min (0.30, 1.00) = 0.30
\end{aligned}$$

[R4] JIKA berat badan adalah NORMAL dan tinggi badan adalah TINGGI
MAKA status gizinya adalah KURUS TINGKAT RINGAN.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_4 &= \mu_{\text{Berat BadanNORMAL}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}} \\
&= \min (\mu_{\text{Berat BadanNORMAL}} (0.30) , \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}} (0.33)) \\
&= \min (0.30, 0.33) = 0.30
\end{aligned}$$

Tabel 3.5. Aplikasi fungsi implikasi untuk berat badan 48 kg dan tinggi badan 165 cm

| | | Berat Badan | | |
|--------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Ringan | Normal | Berat |
| Tinggi Badan | Rendah | Normal (0.00) | Gemuk tingkat ringan (0.00) | Gemuk tingkat berat (0.00) |
| | Normal | Kurus tingkat ringan (0.47) | Normal (0.30) | Gemuk tingkat ringan (0.00) |
| | Tinggi | Kurus tingkat berat (0.33) | Kurus tingkat ringan (0.30) | Normal (0.00) |

Langkah 3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan menggunakan fungsi MAX, sehingga diperoleh seperti Gambar 3.9. Komposisi aturan merupakan kesimpulan secara keseluruhan dengan mengambil tingkat keanggotaan maksimum dari tiap konsekuen aplikasi fungsi implikasi dan menggabungkan dari semua kesimpulan masing – masing aturan. Sehingga didapat daerah solusi *fuzzy* sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\mu_{sf}(x) &= \mu_{KTR}(x) \cup \mu_{KTB}(x) \cup \mu_{NORMAL}(x) \\ &= maks \{0.47, 0.33, 0.30\} .\end{aligned}$$

Titik potong antara aturan-1 dan aturan-2 adalah ketika

$\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT RINGAN}}(x) = \mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT BERAT}}(x)$, yaitu:

$$x - 16 = 0.33$$

$$\Leftrightarrow x = 16 + 0.33$$

$$\Leftrightarrow x = 16.33$$

Ketika $\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT RINGAN}}(x) = 0.47$, maka dapat ditentukan nilai x sebagai berikut:

$$x - 16 = 0.47$$

$$\Leftrightarrow x = 16 + 0.47$$

$$\Leftrightarrow x = 16.47$$

dan

$$18.5 - x = 0.47$$

$$\Leftrightarrow x = 18.5 - 0.47$$

$$\Leftrightarrow x = 18.03$$

Ketika $\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT RINGAN}}(x) = 0.30$, maka nilai x adalah:

$$18.5 - x = 0.30$$

$$\Leftrightarrow x = 18.5 - 0.30$$

$$\Leftrightarrow x = 18.2$$

Ketika $\mu_{\text{Nilai GiziNORMAL}}(x) = 0.30$, maka nilai x adalah:

$$25 - x = 0.30$$

$$\Leftrightarrow x = 25 - 0.30$$

$$\Leftrightarrow x = 24.7$$

Sehingga didapat fungsi keanggotaan daerah solusi sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Nilai Gizi}} = \begin{cases} 0.33; & 13 \leq x \leq 16.33 \\ x - 16; & 16.33 \leq x \leq 16.47 \\ 0.47; & 16.47 \leq x \leq 18.03 \\ 18.5 - x; & 18.03 \leq x \leq 18.2 \\ 0.30; & 18.2 \leq x \leq 24.7 \\ 25 - x; & 24.7 \leq x \leq 25 \end{cases}$$

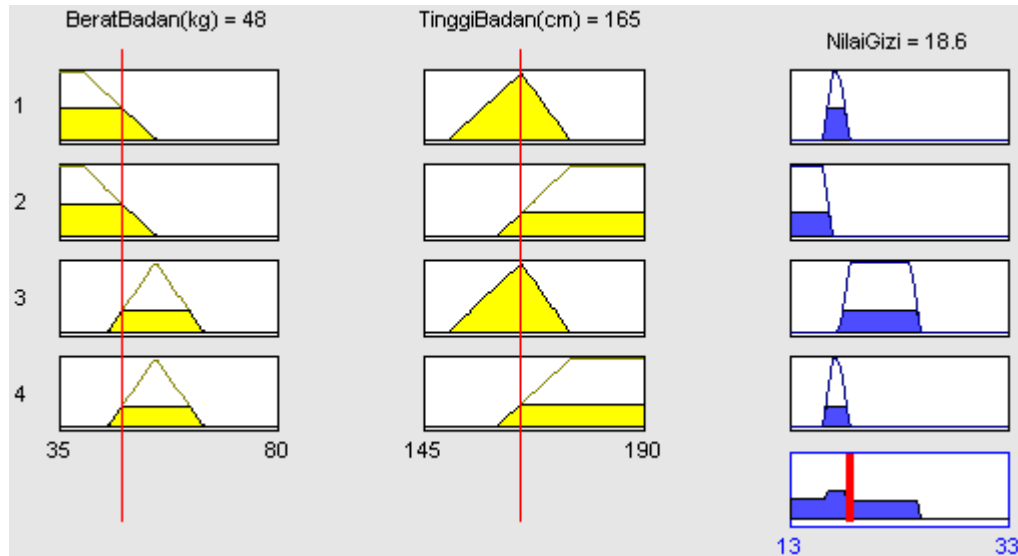
Langkah 4. Defuzzifikasi

Berikut adalah perhitungan defuzzifikasi dengan metode centroid:

$$X = \frac{\int_{13}^{16.33} 0.33 x dx + \int_{16.33}^{16.47} (x-16)x dx + \int_{16.47}^{18.03} 0.47 x dx + \int_{18.03}^{18.2} (18.5-x)x dx}{\int_{13}^{16.33} 0.33 dx + \int_{16.33}^{16.47} (x-16)dx + \int_{16.47}^{18.03} 0.47 dx + \int_{18.03}^{18.2} (18.5-x)dx} + \frac{\int_{18.2}^{24.7} 0.30 x dx + \int_{24.7}^{25} (25-x)x dx}{\int_{18.2}^{24.7} 0.30 dx + \int_{24.7}^{25} (25-x) dx} = \frac{75.84}{3.95} = 19.2$$

Nilai gizi 19.2 termasuk ke dalam kategori normal, sehingga berdasarkan perhitungan tersebut status gizi seseorang adalah normal.

Penalaran *fuzzy* menggunakan program simulasi yang disediakan fasilitasnya oleh *Toolbox Fuzzy Matlab 6.1*, ditunjukkan pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9. Penalaran *fuzzy* untuk berat badan 48 kg dan tinggi badan 165 cm

Keterangan:

Interval [35, 80] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel berat badan

Interval [145,190] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel tinggi badan

Interval [13,33] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel nilai gizi

Kolom pertama pada Gambar 3.9 menunjukkan tingkat keanggotaan berat 48 kg pada variabel berat badan, kolom kedua menunjukkan tingkat keanggotaan tinggi 165 cm pada variabel tinggi badan, dan kolom ketiga menunjukkan konsekuensi dari fungsi implikasi aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut. Baris terakhir dan kolom terakhir, menunjukkan gabungan daerah *fuzzy* dari masing – masing aturan, yang merupakan konsekuensi dari komposisi aturan *fuzzy*. Dari gambar tersebut, garis vertikal merah tebal pada variabel nilai gizi menunjukkan nilai gizi seseorang yaitu sebesar 18.6. Nilai gizi tersebut termasuk ke dalam keanggotaan himpunan *fuzzy* normal, maka disimpulkan bahwa status gizi orang tersebut adalah **normal**.

Jika nilai gizi dan penentuan status gizi seseorang tersebut dihitung menggunakan logika tegas, seperti yang telah disebutkan pada rumus (3.4) maka akan diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{IMT} &= \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)} \times \text{Tinggi badan (m)}} \\ &= \frac{48}{(1.65)^2} = 17.6 \end{aligned}$$

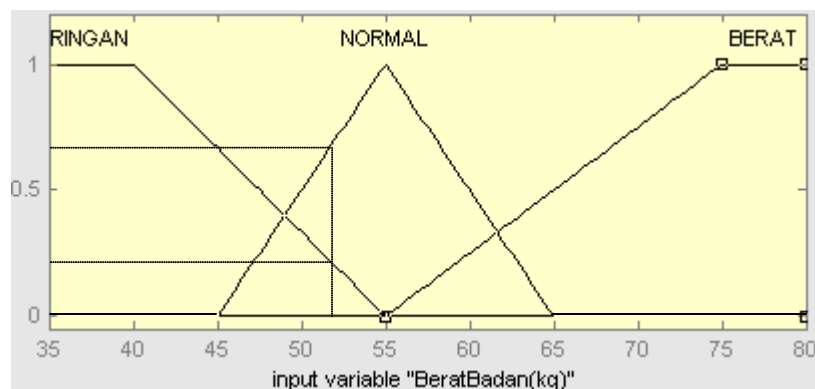
Nilai gizi tersebut termasuk ke dalam kategori kurus tingkat ringan. Dalam kasus ini, hasil dari perhitungan nilai gizi dan penentuan status gizi menggunakan logika *fuzzy* tidak sama dengan menggunakan logika tegas.

Contoh Kasus 3:

Seseorang dengan berat badan 52 kg dan tinggi badan 162 cm ingin mengetahui nilai gizi dan status gizinya.

Langkah 1. Menentukan Himpunan *Fuzzy*

Variabel berat badan telah didefinisikan pada tiga kategori, yaitu: RINGAN, NORMAL, dan BERAT. Setiap kategori memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 3.10. Berikut adalah gambar tingkat keanggotaan pada variabel berat badan untuk berat 52 kg:



Gambar 3.10. Fungsi keanggotaan untuk berat badan 52 kg

Berat badan 52 kg termasuk ke dalam himpunan *fuzzy* RINGAN dan NORMAL, dengan masing – masing tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Ringan} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 40 \\ \frac{55 - x}{15} & ; 40 \leq x \leq 55 \\ 0 & ; x \geq 55 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 45 \\ \frac{x - 45}{10} & ; 45 \leq x \leq 55 \\ \frac{65 - x}{10} & ; 55 \leq x \leq 65 \\ 0 & ; x \geq 65 \end{cases}$$

Sehingga diperoleh:

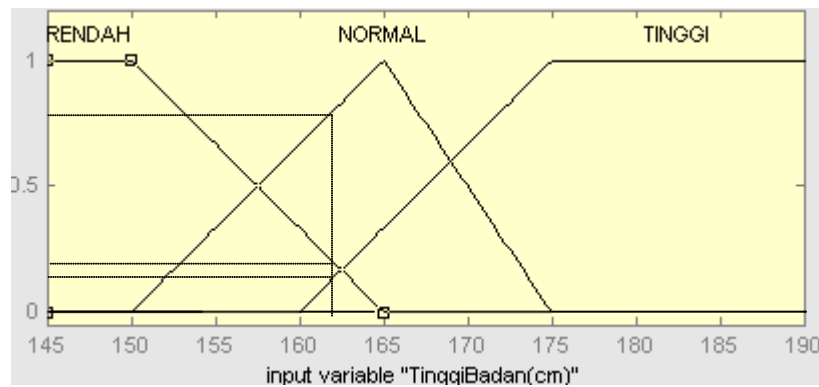
$$\mu_{Ringan}(52) = \frac{55 - 52}{15} = 0.20$$

$$\mu_{Normal}(52) = \frac{52 - 45}{10} = 0.70$$

$$\mu_{Berat}(52) = 0.00$$

yang berarti bahwa, berat badan orang tersebut dapat dikatakan ringan dengan tingkat keanggotaan 20% dan normal dengan tingkat keanggotaan 70%.

Untuk variabel tinggi badan didefinisikan pada tiga kategori, yaitu: RENDAH, NORMAL, dan TINGGI. Setiap kategori memiliki interval keanggotaan, yakni seperti terlihat pada Gambar 3.11. Berikut adalah gambar tingkat keanggotaan pada variabel tinggi badan untuk tinggi 162 cm:



Gambar 3.11. Fungsi keanggotaan untuk tinggi badan 162 cm

Tinggi badan 162 cm termasuk ke dalam himpunan *fuzzy* RENDAH dan NORMAL, dengan tingkat keanggotaan sesuai fungsi berikut:

$$\mu_{Rendah} = \begin{cases} 1 & ; x \leq 150 \\ \frac{165 - x}{15} & ; 150 \leq x \leq 165 \\ 0 & ; x \geq 165 \end{cases}$$

$$\mu_{Normal} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 150 \\ & \text{atau } x \geq 175 \\ \frac{x - 150}{15} & ; 150 \leq x \leq 165 \\ \frac{175 - x}{10} & ; 165 \leq x \leq 175 \end{cases}$$

$$\mu_{Tinggi} = \begin{cases} 0 & ; x \leq 160 \\ \frac{x - 160}{15} & ; 160 \leq x \leq 175 \\ 1 & ; x \geq 175 \end{cases}$$

Sehingga diperoleh:

$$\mu_{Rendah}(162) = \frac{165 - 162}{15} = 0.20$$

$$\mu_{Normal}(162) = \frac{162 - 150}{15} = 0.80$$

$$\mu_{Tinggi}(162) = \frac{162 - 160}{15} = 0.13$$

yang berarti bahwa tinggi badan orang tersebut dapat dikatakan rendah dengan tingkat keanggotaan 20%, normal dengan tingkat keanggotaan 80%, dan tinggi dengan tingkat keanggotaan 13%.

Langkah 2. Aplikasi Fungsi Implikasi

Fungsi implikasi yang digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil tingkat keanggotaan yang minimum dari variabel input sebagai outputnya. Berdasarkan aturan-aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut, maka diperoleh:

[R1] JIKA berat badan adalah RINGAN dan tinggi badan adalah RENDAH
MAKA status gizinya adalah NORMAL.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_1 &= \mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanRENDAH}} \\
&= \min (\mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} (0.20) , \mu_{\text{Tinggi BadanRENDAH}}(0.20)) \\
&= \min (0.20, 0.20) = 0.20
\end{aligned}$$

[R2] JIKA berat badan adalah RINGAN dan tinggi badan adalah NORMAL
MAKA status gizinya adalah KURUS TINGKAT RINGAN.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_2 &= \mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}} \\
&= \min (\mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} (0.20) , \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}}(0.80)) \\
&= \min (0.20, 0.80) = 0.20
\end{aligned}$$

[R3] JIKA berat badan adalah RINGAN dan tinggi badan adalah TINGGI
MAKA status gizinya adalah KURUS TINGKAT BERAT.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_3 &= \mu_{\text{Berat BadanRINGAN}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}} \\
&= \min (\mu_{\text{Berat BadanRINGAN}}(0.20) , \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}}(0.13)) \\
&= \min (0.20, 0.13) = 0.13
\end{aligned}$$

[R4] JIKA berat badan adalah NORMAL dan tinggi badan adalah RENDAH
MAKA status gizinya adalah GEMUK TINGKAT RINGAN.

$$\begin{aligned}
\alpha\text{-predikat}_4 &= \mu_{\text{Berat BadanNORMAL}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanRENDAH}} \\
&= \min (\mu_{\text{Berat BadanNORMAL}}(0.70) , \mu_{\text{Tinggi BadanRENDAH}}(0.20)) \\
&= \min (0.70, 0.20) = 0.20
\end{aligned}$$

[R5] JIKA berat badan adalah NORMAL dan tinggi badan adalah NORMAL
MAKA status gizinya adalah NORMAL.

$$\alpha\text{-predikat}_5 = \mu_{\text{Berat BadanNORMAL}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}}$$

$$= \min (\mu_{\text{Berat BadanNORMAL}}(0.70) , \mu_{\text{Tinggi BadanNORMAL}}(0.80))$$

$$= \min (0.70, 0.80) = 0.70$$

[R6] JIKA berat badan adalah NORMAL dan tinggi badan adalah TINGGI
MAKA status gizinya adalah KURUS TINGKAT RINGAN.

$$\alpha\text{-predikat}_6 = \mu_{\text{Berat BadanNORMAL}} \cap \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}}$$

$$= \min (\mu_{\text{Berat BadanNORMAL}}(0.70) , \mu_{\text{Tinggi BadanTINGGI}}(0.13))$$

$$= \min (0.70, 0.13) = 0.13$$

Tabel 3.6. Aplikasi fungsi implikasi untuk berat badan 52 kg dan tinggi badan 162 cm

| | | Berat Badan | | |
|--------------|--------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| | | Ringan | Normal | Berat |
| Tinggi Badan | Rendah | Normal (0.20) | Gemuk tingkat ringan (0.20) | Gemuk tingkat berat (0.00) |
| | Normal | Kurus tingkat ringan (0.20) | Normal (0.70) | Gemuk tingkat ringan (0.00) |
| | Tinggi | Kurus tingkat berat (0.13) | Kurus tingkat ringan (0.13) | Normal (0.00) |

Langkah 3. Komposisi Aturan

Komposisi aturan dengan fungsi maksimum untuk mencari daerah solusi *fuzzy* ditunjukkan sebagai berikut:

$$\mu_{sf}(x) = maks \{ \mu_{KTB}(x), \mu_{KTR}(x), \mu_{NORMAL}(x), \mu_{GTR}(x) \}$$

$$= maks \{ 0.13, 0.20, 0.70, 0.20 \}$$

Titik potong antara aturan-2 dan aturan-3 adalah ketika

$$\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT RINGAN}}(x) = \mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT BERAT}}(x) , \text{ yaitu:}$$

$$x - 16 = 0.13$$

$$\Leftrightarrow x = 16 + 0.13$$

$$\Leftrightarrow x = 16.13$$

Ketika $\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT RINGAN}}(x) = 0.2$, maka dapat ditentukan nilai x sebagai berikut:

$$x - 16 = 0.2$$

$$\Leftrightarrow x = 16 + 0.2$$

$$\Leftrightarrow x = 16.2$$

Titik potong antara aturan-2 dan aturan-5 adalah ketika

$\mu_{\text{Nilai GiziKURUS TINGKAT RINGAN}}(x) = \mu_{\text{Nilai GiziNORMAL}}(x)$, yaitu:

$$0.2 = x - 17.5$$

$$\Leftrightarrow x = 17.5 + 0.2$$

$$\Leftrightarrow x = 17.7$$

Ketika $\mu_{\text{Nilai GiziNORMAL}}(x) = 0.7$, maka nilai x adalah:

$$x - 17.5 = 0.7$$

$$\Leftrightarrow x = 17.5 + 0.7$$

$$\Leftrightarrow x = 18.2$$

dan

$$25 - x = 0.7$$

$$\Leftrightarrow x = 25 - 0.7$$

$$\Leftrightarrow x = 24.3$$

Titik potong antara aturan-4 dan aturan-5 adalah ketika

$\mu_{\text{Nilai GiziGEMUK TINGKAT RINGAN}}(x) = \mu_{\text{Nilai GiziNORMAL}}(x)$, yaitu:

$$0.2 = 25 - x$$

$$\Leftrightarrow x = 25 - 0.2$$

$$\Leftrightarrow x = 24.8$$

Ketika $\mu_{\text{Nilai GiziGEMUK TINGKAT RINGAN}}(x) = 0.2$, maka nilai x adalah:

$$27 - x = 0.2$$

$$\Leftrightarrow x = 27 - 0.2$$

$$\Leftrightarrow x = 26.8$$

Sehingga didapat fungsi keanggotaan daerah solusi sebagai berikut:

$$\mu_{\text{Nilai Gizi}} = \begin{cases} 0.13; & 13 \leq x \leq 16.13 \\ x - 16; & 16.13 \leq x \leq 16.2 \\ 0.2; & 16.2 \leq x \leq 17.7 \\ x - 17.5; & 17.7 \leq x \leq 18.2 \\ 0.7; & 18.2 \leq x \leq 24.3 \\ 25 - x; & 24.3 \leq x \leq 24.8 \\ 0.2; & 24.8 \leq x \leq 26.8 \\ 27 - x; & 26.8 \leq x \leq 27 \end{cases}$$

Langkah 4. Defuzzifikasi

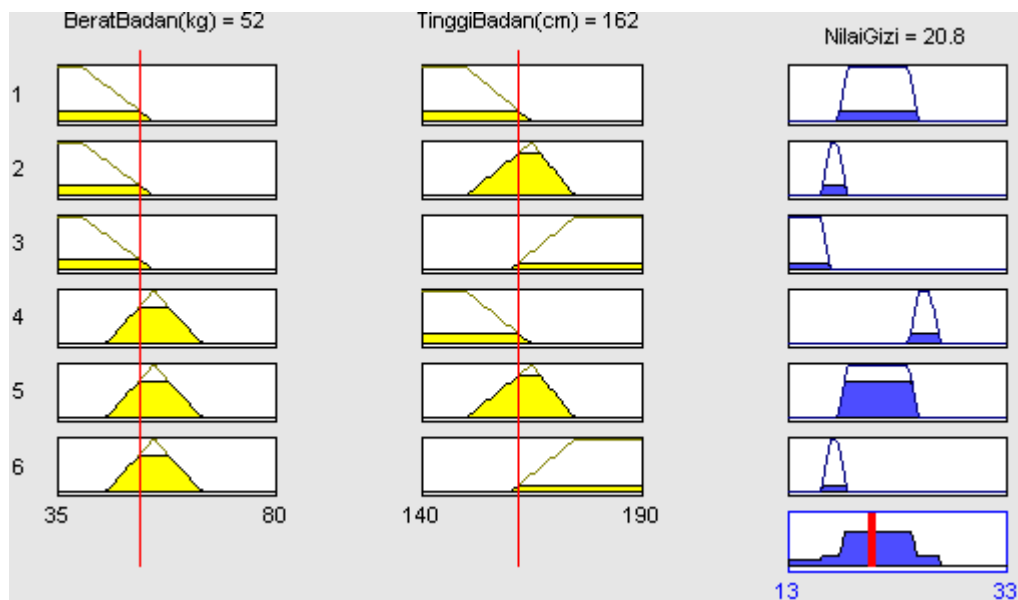
Berikut adalah perhitungan defuzzyfikasi dengan metode centroid:

$$X = \frac{\int_{13}^{16.13} 0.13 x dx + \int_{16.13}^{16.2} (x-16) x dx + \int_{16.2}^{17.7} 0.2 x dx + \int_{17.7}^{18.2} (x-17.5) x dx}{\int_{13}^{16.13} 0.13 dx + \int_{16.13}^{16.2} (x-16) dx + \int_{16.2}^{17.7} 0.2 dx + \int_{17.7}^{18.2} (x-17.5) dx} \\ + \frac{\int_{18.2}^{24.3} 0.7 x dx + \int_{24.3}^{24.8} (25-x) x dx + \int_{24.8}^{26.8} 0.2 x dx + \int_{26.8}^{27} (27-x) x dx}{\int_{18.2}^{24.3} 0.7 dx + \int_{24.3}^{24.8} (25-x) dx + \int_{24.8}^{26.8} 0.2 dx + \int_{26.8}^{27} (27-x) dx}$$

$$= \frac{114.7}{5.8} = 19.8$$

Nilai gizi 19.8 termasuk ke dalam kategori normal, sehingga berdasarkan perhitungan tersebut status gizi seseorang adalah normal.

Penalaran *fuzzy* menggunakan program simulasi yang disediakan fasilitasnya oleh *Toolbox Fuzzy Matlab 6.1* ditunjukkan pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12. Penalaran *fuzzy* untuk berat badan 52 kg dan tinggi badan 162 cm

Keterangan:

Interval [35, 80] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel berat badan

Interval [145,190] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel tinggi badan

Interval [13,33] menunjukkan semesta pembicaraan untuk variabel nilai gizi

Kolom pertama pada Gambar 3.12 menunjukkan tingkat keanggotaan berat 52 kg pada variabel berat badan, kolom kedua menunjukkan tingkat keanggotaan tinggi 162 cm pada variabel tinggi badan, dan kolom ketiga menunjukkan konsekuensi dari fungsi implikasi aturan yang sesuai dengan kondisi tersebut. Fungsi implikasi yang

digunakan dalam proses ini adalah fungsi MIN, yaitu dengan mengambil daerah minimum dari variabel input sebagai outputnya. Baris terakhir dan kolom terakhir menunjukkan gabungan daerah *fuzzy* dari masing – masing aturan, yang merupakan konsekuensi dari komposisi aturan *fuzzy*. Dari gambar tersebut, garis vertikal merah tebal pada variabel nilai gizi menunjukkan nilai gizi seseorang yaitu sebesar 20.8. Nilai gizi tersebut termasuk ke dalam keanggotaan himpunan *fuzzy* normal, maka dapat disimpulkan status gizi orang tersebut adalah **normal**.

Jika nilai gizi dan penentuan status gizi seseorang tersebut dihitung menggunakan logika tegas, seperti yang telah disebutkan pada rumus (3.4) maka akan diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{IMT} &= \frac{\text{Berat badan (kg)}}{\text{Tinggi badan (m)} \times \text{Tinggi badan (m)}} \\ &= \frac{52}{(1.62)^2} = 19.8 \end{aligned}$$

Nilai gizi tersebut termasuk ke dalam kategori normal. Dalam kasus ini, hasil dari perhitungan nilai gizi menggunakan logika *fuzzy* tidak sama dengan menggunakan logika tegas walaupun status gizinya sama.

Hasil perhitungan secara manual memberikan perbedaan dengan perhitungan menggunakan program MATLAB 6.1. Hal ini dikarenakan adanya pembulatan angka di dalam perhitungan, sehingga akan mempengaruhi nilai yang diperoleh. Walaupun nilai gizi yang diperoleh berbeda, namun termasuk ke dalam kategori yang sama dengan perhitungan menggunakan MATLAB 6.1.

Berdasarkan contoh kasus 1, kasus 2, dan kasus 3 didapatkan nilai gizi dan status gizi yang berbeda antara perhitungan menggunakan logika *fuzzy* dengan logika tegas. Hal ini dikarenakan variabel input dalam logika *fuzzy* berupa interval, sehingga input yang berupa bilangan tegas harus diubah ke dalam tingkat keanggotaan dari interval tersebut. Sedangkan untuk perhitungan dengan logika tegas, input yang digunakan adalah suatu bilangan tegas. Berdasarkan uraian tersebut maka status gizi yang ditentukan dengan logika *fuzzy* akan lebih baik dari pada penentuan status gizi dengan perhitungan menggunakan rumus. Karena himpunan *fuzzy* yang berupa interval akan memberikan proses yang lebih halus dari pada perhitungan menggunakan rumus yang inputnya berupa bilangan pasti.

Pada Lampiran 1 halaman 71 menunjukkan tabel nilai gizi dengan logika tegas berdasarkan perhitungan menggunakan rumus IMT. Penentuan status gizi menggunakan logika tegas mempunyai nilai - nilai kritis, dimana ada perubahan kecil pada nilai mengakibatkan perbedaan kategori. Sedangkan penentuan status gizi menggunakan logika *fuzzy* memungkinkan nilai termasuk ke dalam dua kategori seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 2 halaman 73. Kemudian diambil derajat keanggotaan tertinggi untuk menentukan status gizinya sehingga didapatkan nilai gizi dan status gizi seperti yang ditunjukkan pada Lampiran 4 halaman 77. Berdasarkan lampiran 1 dan 4, ada perbedaan penentuan status gizi antara menggunakan logika tegas dengan logika *fuzzy*.

BAB IV

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan penentuan status gizi dengan menggunakan metode Mamdani dalam logika *fuzzy*, dapat diambil kesimpulan bahwa

1. Perhitungan nilai gizi dengan menggunakan metode Mamdani dalam logika *fuzzy* terdiri dari empat tahap, yaitu pembentukan himpunan *fuzzy*, aplikasi fungsi implikasi dengan fungsi MIN, komposisi aturan dengan fungsi MAX, dan defuzzifikasi dengan metode centroid.
2. Prosedur untuk mendapatkan status gizi yaitu dengan menyesuaikan nilai gizi yang telah diperoleh ke dalam interval keanggotaan himpunan *fuzzy* pada variabel nilai gizi.
3. Berdasarkan contoh kasus 1, 2, dan 3, ada perbedaan nilai gizi dan status gizi antara penggunaan logika *fuzzy* dengan logika tegas berdasarkan IMT. Pada contoh kasus 1 yang dihitung dengan logika *fuzzy* menghasilkan nilai gizi sebesar 15.4 dan status gizinya adalah kurus tingkat berat. Sedangkan dengan logika tegas nilai gizi yang diperoleh sebesar 15.6 yang termasuk ke dalam kategori kurus tingkat berat. Pada contoh kasus 2 yang dihitung menggunakan logika *fuzzy* menghasilkan nilai gizi sebesar 18.6 dan status gizinya adalah normal. Hal ini berbeda dengan nilai gizi yang dihitung menggunakan logika tegas yaitu 17.6 yang termasuk ke dalam kurus tingkat ringan. Pada contoh kasus 3, nilai gizi

yang dihitung dengan logika *fuzzy* sebesar 20.8 yang termasuk ke dalam kategori normal. Sedangkan nilai gizi yang dihasilkan dengan perhitungan logika tegas adalah 19.8 yang termasuk ke dalam status gizi normal.

B. Saran

Berdasarkan uraian pada bab pembahasan, maka sebaiknya penentuan status gizi dengan IMT menggunakan logika *fuzzy* karena hasilnya akan lebih halus. Pada penelitian ini penentuan status gizi untuk orang dewasa dengan logika *fuzzy* terbatas pada parameter Indeks Massa Tubuh (IMT) sebagai acuan, sehingga masih dapat digunakan metode lain untuk menentukan status gizi orang dewasa dengan logika *fuzzy*, misalnya penentuan status gizi berdasarkan konsumsi makanan, dan lain – lain. Selain itu, dalam penelitian ini penentuan status gizi hanya dapat digunakan untuk dewasa, sehingga dalam penelitian selanjutnya dapat dibahas mengenai penentuan status gizi untuk balita atau untuk ibu hamil.

DAFTAR PUSTAKA

- Bojadziev, George & Bojadziev, Maria. 2007. *Fuzzy Logic for Business, Finance, and Management*. USA : Clearance Center, Inc.
- Hadi, Hamam. 2005. "Beban Ganda Masalah Gizi Dan Implikasinya Terhadap Kebijakan Pembangunan Kesehatan Nasional." Pidato Pengukuhan Jabatan Guru Besar pada Fakultas Kedokteran Universitas Gadjah Mada. UGM.
- Klir, George J., Clair, Ute St., & Yuan, Bo. 1997. *Fuzzy Set Theory Foundations and Applications*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.
- Kusumadewi, Sri. 2002. *Analisis & Desain Sistem Fuzzy Menggunakan TOOLBOX MATLAB*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri & Purnomo, Hari. 2004. *Aplikasi Logika Fuzzy untuk Pendukung Keputusan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Kusumadewi, Sri. 2008. *Sistem Inferensi Fuzzy (Metode TSK) untuk Penentuan Kebutuhan Kalori Harian*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Setiadji. 2009. *Himpunan & Logika Samar serta Aplikasinya*. Edisi pertama. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Supariasa, I Dewa Nyoman. et.al. 2001. *Penilaian Status Gizi*. Jakarta : EGC.
- Wang, Li Xin. 1997. *A Course in Fuzzy Systems and Control*. New Jersey: Prentice Hall International, Inc.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Nilai Gizi Berdasarkan Logika Tegas

| Tinggi Badan (cm) \ Berat Badan (kg) | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | | |
|--------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 35 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.1 | 15 | 14.8 | 14.6 | 14.4 | 14.2 | 14 | 13.8 | 13.7 | 13.5 | 13.3 | 13.2 | 13 | 12.9 | 12.7 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 12 | 11.8 | 11.7 | 11.6 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.3 | 10.2 | 10.1 | 10 | 9.9 | 9.8 | 9.7 | | |
| 36 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15 | 14.8 | 14.6 | 14.4 | 14.2 | 14.1 | 13.9 | 13.7 | 13.5 | 13.4 | 13.2 | 13.1 | 12.9 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.3 | 12.2 | 12 | 11.9 | 11.8 | 11.6 | 11.5 | 11.4 | 11.2 | 11.1 | 11 | 10.9 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.3 | 10.2 | 10.1 | 9.97 | | |
| 37 | 17.6 | 17.4 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15 | 14.8 | 14.6 | 14.5 | 14.3 | 14.1 | 13.9 | 13.8 | 13.6 | 13.4 | 13.3 | 13.1 | 13 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.4 | 12.2 | 12.1 | 11.9 | 11.8 | 11.7 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11 | 10.9 | 10.8 | 10.7 | 10.6 | 10.5 | 10.4 | 10.2 | | |
| 38 | 18.1 | 17.8 | 17.6 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15 | 14.8 | 14.7 | 14.5 | 14.3 | 14.1 | 14 | 13.8 | 13.6 | 13.5 | 13.3 | 13.1 | 13 | 12.8 | 12.7 | 12.6 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 12 | 11.9 | 11.7 | 11.6 | 11.5 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | 11 | 10.9 | 10.8 | 10.6 | 10.5 | | |
| 39 | 18.5 | 18.3 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.5 | 14.3 | 14.2 | 14 | 13.8 | 13.7 | 13.5 | 13.3 | 13.2 | 13 | 12.9 | 12.7 | 12.6 | 12.4 | 12.3 | 12.2 | 12 | 11.9 | 11.8 | 11.6 | 11.5 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11 | 10.9 | 10.8 | | |
| 40 | 19 | 18.8 | 18.5 | 18.3 | 18 | 17.8 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.7 | 14.5 | 14.3 | 14.2 | 14 | 13.8 | 13.7 | 13.5 | 13.4 | 13.2 | 13.1 | 12.9 | 12.8 | 12.6 | 12.5 | 12.3 | 12.2 | 12.1 | 11.9 | 11.8 | 11.7 | 11.6 | 11.4 | 11.3 | 11.2 | 11.1 | | |
| 41 | 19.5 | 19.2 | 19 | 18.7 | 18.5 | 18.2 | 18 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.7 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.5 | 13.4 | 13.2 | 13.1 | 12.9 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.4 | 12.2 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.6 | 11.5 | 11.4 | | | |
| 42 | 20 | 19.7 | 19.4 | 19.2 | 18.9 | 18.7 | 18.4 | 18.2 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.7 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | 13.4 | 13.3 | 13.1 | 13 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.4 | 12.2 | 12.1 | 11.9 | 11.7 | 11.6 | 11.5 | 11.4 | |
| 43 | 20.5 | 20.2 | 19.9 | 19.6 | 19.4 | 19.1 | 18.9 | 18.6 | 18.4 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.4 | 17.2 | 17 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.7 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | 13.4 | 13.3 | 13.1 | 13 | 12.8 | 12.7 | 12.5 | 12.4 | 12.3 | 12.1 | 12 | 11.9 | 11.8 | 11.6 |
| 44 | 20.9 | 20.6 | 20.4 | 20.1 | 19.8 | 19.6 | 19.3 | 19 | 18.8 | 18.6 | 18.3 | 18.1 | 17.9 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | 13.4 | 13.3 | 13.1 | 13 | 12.9 | 12.7 | 12.6 | 12.5 | 12.3 | 12.2 | | |
| 45 | 21.4 | 21.1 | 20.8 | 20.5 | 20.3 | 20 | 19.7 | 19.5 | 19.2 | 19 | 18.7 | 18.5 | 18.3 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.3 | 16.1 | 15.9 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | 13.4 | 13.3 | 13.1 | 13 | 12.9 | 12.7 | 12.6 | 12.5 | | |
| 46 | 21.9 | 21.6 | 21.3 | 21 | 20.7 | 20.4 | 20.2 | 19.9 | 19.7 | 19.4 | 19.1 | 18.9 | 18.7 | 18.4 | 18.2 | 18 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.3 | 16.1 | 15.9 | 15.7 | 15.5 | 15.4 | 15.2 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.5 | 14.4 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | 13.4 | 13.3 | 13.2 | 13 | 12.9 | 12.7 | | |
| 47 | 22.4 | 22 | 21.8 | 21.5 | 21.2 | 20.9 | 20.6 | 20.3 | 20.1 | 19.8 | 19.6 | 19.3 | 19.1 | 18.8 | 18.6 | 18.4 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.3 | 16.1 | 15.9 | 15.7 | 15.5 | 15.3 | 15.2 | 15 | 14.8 | 14.7 | 14.5 | 14.3 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | 13.4 | 13.3 | 13.2 | 13 | | |
| 48 | 22.8 | 22.5 | 22.2 | 21.9 | 21.6 | 21.3 | 21.1 | 20.8 | 20.5 | 20.2 | 20 | 19.7 | 19.5 | 19.2 | 19 | 18.8 | 18.5 | 18.3 | 18.1 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.9 | 15.7 | 15.5 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.8 | 14.7 | 14.5 | 14.3 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | 13.4 | 13.3 | | |
| 49 | 23.3 | 23 | 22.7 | 22.4 | 22.1 | 21.8 | 21.5 | 21.2 | 20.9 | 20.7 | 20.4 | 20.1 | 19.9 | 19.6 | 19.4 | 19.1 | 18.9 | 18.7 | 18.4 | 18.2 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.5 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.8 | 14.6 | 14.5 | 14.3 | 14.2 | 14 | 13.9 | 13.7 | 13.6 | | |
| 50 | 23.8 | 23.5 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.2 | 21.9 | 21.6 | 21.4 | 21.1 | 20.8 | 20.5 | 20.3 | 20 | 19.8 | 19.5 | 19.3 | 19.1 | 18.8 | 18.6 | 18.4 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.3 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.6 | 15.5 | 15.3 | 15.1 | 14.9 | 14.8 | 14.6 | 14.5 | 14.3 | 14.2 | 14 | 13.9 | | |
| 51 | 24.3 | 23.9 | 23.6 | 23.3 | 23 | 22.7 | 22.4 | 22.1 | 21.8 | 21.5 | 21.2 | 21 | 20.7 | 20.4 | 20.2 | 19.9 | 19.7 | 19.4 | 19.2 | 19 | 18.7 | 18.5 | 18.3 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.3 | 16.1 | 15.9 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.7 | 14.6 | 14.4 | 14.3 | 14.1 | | |
| 52 | 24.7 | 24.4 | 24.1 | 23.7 | 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.2 | 21.9 | 21.6 | 21.4 | 21.1 | 20.8 | 20.6 | 20.3 | 20.1 | 19.8 | 19.6 | 19.3 | 19.1 | 18.9 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.9 | 15.7 | 15.5 | 15.4 | 15.2 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.6 | 14.4 | | |
| 53 | 25.2 | 24.9 | 24.5 | 24.2 | 23.9 | 23.6 | 23.2 | 22.9 | 22.6 | 22.3 | 22.1 | 21.8 | 21.5 | 21.2 | 21 | 20.7 | 20.4 | 20.2 | 19.9 | 19.7 | 19.5 | 19.2 | 19 | 18.8 | 18.6 | 18.3 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.5 | 15.3 | 15.2 | 15 | 14.8 | 14.7 | | |
| 54 | 25.7 | 25.3 | 25 | 24.7 | 24.3 | 24 | 23.7 | 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.2 | 21.9 | 21.6 | 21.4 | 21.1 | 20.8 | 20.6 | 20.3 | 20.1 | 19.8 | 19.6 | 19.4 | 19.1 | 18.9 | 18.7 | 18.5 | 18.3 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.3 | 16.1 | 15.9 | 15.8 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | | |
| 55 | 26.2 | 25.8 | 25.5 | 25.1 | 24.8 | 24.4 | 24.1 | 23.8 | 23.5 | 23.2 | 22.9 | 22.6 | 22.3 | 22 | 21.8 | 21.5 | 21.2 | 21 | 20.7 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.7 | 19.5 | 19.3 | 19 | 18.8 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16.1 | 15.9 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.2 | | |
| 56 | 26.6 | 26.3 | 25.9 | 25.6 | 25.2 | 24.9 | 24.6 | 24.2 | 23.9 | 23.6 | 23.3 | 23 | 22.7 | 22.4 | 22.2 | 21.9 | 21.6 | 21.3 | 21.1 | 20.8 | 20.6 | 20.3 | 20.1 | 19.8 | 19.6 | 19.4 | 19.2 | 18.9 | 18.7 | 18.5 | 18.3 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.4 | 16.2 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.5 | | |
| 57 | 27.1 | 26.7 | 26.4 | 26 | 25.7 | 25.3 | 25 | 24.7 | 24.3 | 24 | 23.7 | 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.3 | 22 | 21.7 | 21.5 | 21.2 | 21 | 20.7 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.7 | 19.5 | 19.3 | 19 | 18.8 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17 | 16.8 | 16.7 | 16.5 | 16.3 | 16.1 | 16 | 15.8 | | |
| 58 | 27.6 | 27.2 | 26.8 | 26.5 | 26.1 | 25.8 | 25.4 | 25.1 | 24.8 | 24.5 | 24.1 | 23.8 | 23.5 | 23.2 | 22.9 | 22.7 | 22.4 | 22.1 | 21.8 | 21.6 | 21.3 | 21 | 20.8 | 20.5 | 20.3 | 20.1 | 19.8 | 19.6 | 19.4 | 19.2 | 18.9 | 18.7 | 18.5 | 18.3 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | 16.8 | 16.6 | 16.4 | 16.2 | 16.1 | | |
| 59 | 28.1 | 27.7 | 27.3 | 26.9 | 26.6 | 26.2 | 25.9 | 25.5 | 25.2 | 24.9 | 24.6 | 24.2 | 23.9 | 23.6 | 23.3 | 23 | 22.8 | 22.5 | 22.2 | 21.9 | 21.7 | 21.4 | 21.2 | 20.9 | 20.7 | 20.4 | 20.2 | 19.9 | 19.7 | 19.5 | 19.3 | 19 | 18.8 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.2 | 17.1 | 16.9 | 16.7 | 16.5 | 16.3 | | |
| 60 | 28.5 | 28.1 | 27.8 | 27.4 | 27 | 26.7 | 26.3 | 26 | 25.6 | 25.3 | 25 | 24.7 | 24.3 | 24 | 23.7 | 23.4 | 23.1 | 22.9 | 22.6 | 22.3 | 22 | 21.8 | 21.5 | 21.3 | 21 | 20.8 | 20.5 | 20.3 | 20 | 19.8 | 19.6 | 19.4 | 19.2 | 18.9 | 18.7 | 18.5 | 18.3 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.3 | 17.2 | 17 | 16.8 | 16.6 | | |
| 61 | 29 | 28.6 | 28.2 | 27.8 | 27.5 | 27.1 | 26.8 | 26.4 | 26.1 | 25.7 | 25.4 | 25.1 | 24.7 | 24.4 | 24.1 | 23.8 | 23.5 | 23.2 | 23 | 22.7 | 22.4 | 22.1 | 21.9 | 21.6 | 21.4 | 21.1 | 20.9 | 20.6 | 20.4 | 20.1 | 19.9 | 19.7 | 19.5 | 19.3 | 19 | 18.8 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 18 | 17.8 | 17.6 | 17.4 | 17.3 | 17.1 | 16.9 | | |
| 62 | 29.5 | 29.1 | 28.7 | 28.3 | 27.9 | 27.6 | 27.2 | 26.8 | 26.5 | 26.1 | 25.8 | 25.5 | 25.2 | 24.8 | 24.5 | 24.2 | 23.9 | 23.6 | 23.3 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.2 | 22 | 21.7 | 21.5 | 21.2 | 21 | 20.7 | 20.5 | 20.2 | 20 | 19.8 | 19.6 | 19.4 | 19.1 | 18.9 | 18.7 | 18.5 | 18.3 | 18.1 | 17.9 | 17.7 | 17.5 | 17.4 | 17.2 | | |
| 63 | 30 | 29.6 | 29.2 | 28.8 | 28.4 | 28 | 27.6 | 27.3 | 26.9 | 26.6 | 26.2 | 25.9 | 25.6 | 25.2 | 24.9 | 24.6 | 24.3 | 24 | 23.7 | 23.4 | 23.1 | 22.9 | 22.6 | 22.3 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 73 | 34.7 | 34.2 | 33.8 | 33.3 | 32.9 | 32.4 | 32 | 31.6 | 31.2 | 30.8 | 30.4 | 30 | 29.6 | 29.2 | 28.9 | 28.5 | 28.2 | 27.8 | 27.5 | 27.1 | 26.8 | 26.5 | 26.2 | 25.9 | 25.6 | 25.3 | 25 | 24.7 | 24.4 | 24.1 | 23.8 | 23.6 | 23.3 | 23 | 22.8 | 22.5 | 22.3 | 22 | 21.8 | 21.6 | 21.3 | 21.1 | 20.9 | 20.7 | 20.4 | 20.2 |
| 74 | 35.2 | 34.7 | 34.2 | 33.8 | 33.3 | 32.9 | 32.5 | 32 | 31.6 | 31.2 | 30.8 | 30.4 | 30 | 29.6 | 29.3 | 28.9 | 28.5 | 28.2 | 27.9 | 27.5 | 27.2 | 26.9 | 26.5 | 26.2 | 25.9 | 25.6 | 25.3 | 25 | 24.7 | 24.4 | 24.2 | 23.9 | 23.6 | 23.4 | 23.1 | 22.8 | 22.6 | 22.3 | 22.1 | 21.9 | 21.6 | 21.4 | 21.2 | 20.9 | 20.7 | 20.5 |
| 75 | 35.7 | 35.2 | 34.7 | 34.2 | 33.8 | 33.3 | 32.9 | 32.5 | 32 | 31.6 | 31.2 | 30.8 | 30.4 | 30 | 29.7 | 29.3 | 28.9 | 28.6 | 28.2 | 27.9 | 27.5 | 27.2 | 26.9 | 26.6 | 26.3 | 26 | 25.6 | 25.4 | 25.1 | 24.8 | 24.5 | 24.2 | 23.9 | 23.7 | 23.4 | 23.1 | 22.9 | 22.6 | 22.4 | 22.2 | 21.9 | 21.7 | 21.4 | 21.2 | 21 | 20.8 |
| 76 | 34.7 | 35.7 | 35.2 | 34.7 | 34.2 | 33.3 | 32.9 | 32.5 | 32 | 31.6 | 31.2 | 30.8 | 30.4 | 30 | 29.7 | 29.3 | 28.9 | 28.6 | 28.2 | 27.9 | 27.5 | 27.6 | 27.3 | 26.9 | 26.6 | 26.3 | 26 | 25.7 | 25.4 | 25.1 | 24.8 | 24.5 | 24.3 | 24 | 23.7 | 23.5 | 23.2 | 22.9 | 22.7 | 22.4 | 22.2 | 22 | 21.7 | 21.5 | 21.3 | 21.1 |
| 77 | 36.6 | 36.1 | 35.6 | 35.2 | 34.7 | 33.8 | 33.3 | 32.9 | 32.5 | 32 | 31.6 | 31.2 | 30.8 | 30.4 | 30.1 | 29.7 | 29.3 | 29 | 28.6 | 28.3 | 27.9 | 27.9 | 27.6 | 27.3 | 27 | 26.6 | 26.3 | 26 | 25.7 | 25.4 | 25.1 | 24.9 | 24.6 | 24.3 | 24 | 23.8 | 23.8 | 23.5 | 23.3 | 23 | 22.8 | 22.5 | 22.3 | 22.1 | 21.8 | 21.6 |
| 78 | 37.1 | 36.6 | 36.1 | 35.6 | 35.1 | 34.2 | 33.8 | 33.3 | 32.9 | 32.5 | 32 | 31.6 | 31.2 | 30.8 | 30.5 | 30.1 | 29.7 | 29.3 | 29 | 28.6 | 28.3 | 28.3 | 28 | 27.6 | 27.3 | 27 | 26.7 | 26.4 | 26.1 | 25.8 | 25.5 | 25.2 | 24.9 | 24.6 | 24.3 | 24.1 | 23.8 | 23.5 | 23.3 | 23 | 22.8 | 22.5 | 22.3 | 22.1 | 21.8 | 21.6 |
| 79 | 37.6 | 37.1 | 36.6 | 36.1 | 35.6 | 34.7 | 34.2 | 33.8 | 33.3 | 32.9 | 32.5 | 32.1 | 31.6 | 31.2 | 30.9 | 30.5 | 30.1 | 29.7 | 29.4 | 29 | 28.7 | 28.7 | 28.3 | 28 | 27.7 | 27.3 | 27 | 26.7 | 26.4 | 26.1 | 25.8 | 25.5 | 25.2 | 24.9 | 24.7 | 24.4 | 24.1 | 23.8 | 23.6 | 23.3 | 23.1 | 22.8 | 22.6 | 22.4 | 22.1 | 21.9 |
| 80 | 38 | 37.5 | 37 | 36.5 | 36 | 35.1 | 34.6 | 34.2 | 33.7 | 33.3 | 32.9 | 32.5 | 32 | 31.6 | 31.2 | 30.9 | 30.5 | 30.1 | 29.7 | 29.4 | 29 | 29 | 28.7 | 28.3 | 28 | 27.7 | 27.4 | 27 | 26.7 | 26.4 | 26.1 | 25.8 | 25.5 | 25.2 | 25 | 24.7 | 24.4 | 24.2 | 23.9 | 23.6 | 23.4 | 23.1 | 22.9 | 22.6 | 22.4 | 22.2 |

Keterangan :



: Kurus Tingkat Berat



: Kurus Tingkat Ringan



: Normal



: Gemuk Tingkat Ringan



: Gemuk Tingkat Berat

Lampiran 2. Tabel Nilai Gizi Berdasarkan Keanggotaan dalam Himpunan *Fuzzy*

[illegible]

[illegible]

Keterangan :



: Kurus Tingkat Berat



: Nilai gizi yang termasuk ke dalam kategori kurus tingkat berat dan kurus tingkat ringan



: Kurus Tingkat Ringan



: Nilai gizi yang termasuk ke dalam kategori kurus tingkat ringan dan normal



: Normal

10

: Nilai gizi yang termasuk ke dalam kategori normal dan gemuk tingkat ringan

: Gemuk Tingkat Ringan

10

: Nilai gizi yang termasuk ke dalam kategori gemuk tingkat ringan dan gemuk tingkat berat



: Gemuk Tingkat Berat

Lampiran 3. Tabel Derajat Keanggotaan dari Nilai Gizi yang Termasuk ke dalam Dua Kategori

| No. | Nilai Gizi | Status Gizi | | | | | Posisi Nilai Gizi dalam Tabel (Lampiran 2) | |
|-----|------------|---------------------|----------------------|--------|----------------------|---------------------|--|---------------------|
| | | Kurus Tingkat Berat | Kurus Tingkat Ringan | Normal | Gemuk Tingkat Ringan | Gemuk Tingkat Berat | Baris Ke- | Kolom Ke- |
| 1 | 16.1 | 0.9 | 0.1 | | | | 2 - 4 13 | 17 27 |
| 2 | 16.3 | 0.7 | 0.3 | | | | 14 | 27 |
| 3 | 16.4 | 0.6 | 0.4 | | | | 8 | 25 - 26 |
| 4 | 16.5 | 0.5 | 0.5 | | | | 8 | 23 - 24 |
| 5 | 16.6 | 0.4 | 0.6 | | | | 8 9 15 | 21 - 22 26 27 |
| 6 | 16.7 | 0.3 | 0.7 | | | | 8 | 20 |
| 7 | 16.8 | 0.2 | 0.8 | | | | 10 | 26 |
| 8 | 16.9 | 0.1 | 0.9 | | | | 8 16 | 19 27 |
| 9 | 17.6 | | 0.9 | 0.1 | | | 9 | 19 |
| 10 | 17.7 | | 0.8 | 0.2 | | | 10 14 | 25 26 |
| 11 | 17.8 | | 0.7 | 0.3 | | | 8 9 | 16 18 |
| 12 | 17.9 | | 0.6 | 0.4 | | | 11 15 | 25 26 |
| 13 | 18 | | 0.5 | 0.5 | | | 2 - 7 | 15 |
| 14 | 18.1 | | 0.4 | 0.6 | | | 9 12 18 | 17 25 27 |
| 15 | 18.2 | | 0.3 | 0.7 | | | 10 16 | 19 - 23 26 |
| 16 | 18.3 | | 0.2 | 0.8 | | | 10 13 | 24 25 |
| 17 | 18.4 | | 0.1 | 0.9 | | | 10 11 | 18 24 |
| 18 | 24.1 | | | 0.9 | 0.1 | | 18 25 | 5 15 |
| 19 | 24.2 | | | 0.8 | 0.2 | | 19 | 6 |

Lanjutan Lampiran 3

| | | | | | | | | |
|----|------|--|--|-----|-----|-----|--|---------------------------------|
| | | | | | | | 22 | 10 - 12 |
| 20 | 24.3 | | | 0.7 | 0.3 | | 16 20 21 22 24 | 3 7 8 9 14 |
| 21 | 24.5 | | | 0.5 | 0.5 | | 23 26 | 13 15 |
| 22 | 24.6 | | | 0.4 | 0.6 | | 16 17 18 19 20 21 22 | 2 3 4 5 6 7 8 |
| 23 | 24.8 | | | 0.2 | 0.8 | | 27 - 29 | 15 |
| 24 | 24.9 | | | 0.1 | 0.9 | | 21 22 23 25 30 - 37 | 6 7 8 - 12 14 15 |
| 25 | 26.1 | | | | 0.9 | 0.1 | 18 23 | 2 5 |
| 26 | 26.2 | | | | 0.8 | 0.2 | 20 25 | 3 12 |
| 27 | 26.3 | | | | 0.7 | 0.3 | 22 | 4 |
| 28 | 26.4 | | | | 0.6 | 0.4 | 24 | 5 |
| 29 | 26.5 | | | | 0.5 | 0.5 | 26 | 13 |
| 30 | 26.6 | | | | 0.4 | 0.6 | 21 23 25 | 3 4 6 - 11 |
| 31 | 26.7 | | | | 0.3 | 0.7 | 19 25 | 2 5 |
| 32 | 26.9 | | | | 0.1 | 0.9 | 32 - 37 | 13 |

Lampiran 4. Tabel Nilai Gizi Berdasarkan Logika *Fuzzy*

| Berat Badan (kg) | Tinggi Badan (cm) | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | | | | | | | | |
|---------------------|----------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | | 145 | 146 | 147 | 148 | 149 | 150 | 151 | 152 | 153 | 154 | 155 | 156 | 157 | 158 | 159 | 160 | 161 | 162 | 163 | 164 | 165 | 166 | 167 | 168 | 169 | 170 | 171 | 172 | 173 | 174 | 175 | 176 | 177 | 178 | 179 | 180 | 181 | 182 | 183 | 184 | 185 | 186 | 187 | 188 | 189 | 190 | | | | | | | | |
| 35 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | | | | | | | |
| 36 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | | | | | |
| 37 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | | | | |
| 38 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | | | |
| 39 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | | |
| 40 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | | |
| 41 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | | |
| 42 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16.1 | 16 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | 14.7 | | |
| 43 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.7 | 18 | 17.1 | 16 | 15.9 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.1 | 15 | 14.9 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | | |
| 44 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.4 | 18.8 | 18 | 17.1 | 16 | 15.9 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | |
| 45 | | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 20 | 19.5 | 18.8 | 18 | 17.1 | 16 | 15.9 | 15.8 | 15.7 | 15.6 | 15.4 | 15.3 | 15.2 | 15.1 | 14.9 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | 14.8 | |
| 46 | | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.4 | 21.3 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.5 | 20.4 | 19.9 | 19.3 | 18.6 | 17.8 | 17.2 | 17 | 16.9 | 16.7 | 16.6 | 16.6 | 16.5 | 16.5 | 16.4 | 16.4 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | |
| 47 | | 21.7 | 21.7 | 21.7 | 21.7 | 21.7 | 21.7 | 21.6 | 21.5 | 21.4 | 21.3 | 21.2 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.9 | 20.8 | 20.3 | 19.8 | 19.2 | 18.6 | 18.1 | 17.8 | 17.6 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 17.5 | 16.6 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | 15.2 | | |
| 48 | | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 22 | 21.8 | 21.7 | 21.6 | 21.5 | 21.4 | 21.3 | 21.2 | 21.2 | 21.2 | 20.7 | 20.1 | 19.6 | 19.1 | 18.6 | 18.4 | 18.2 | 18.2 | 18.2 | 18.2 | 18.2 | 18.3 | 17.7 | 16.8 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | 15.4 | | |
| 49 | | 22.2 | 22.2 | 22.2 | 22.2 | 22.2 | 22.2 | 22.1 | 22 | 21.8 | 21.7 | 21.6 | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.5 | 21.4 | 20.9 | 20.4 | 19.9 | 19.5 | 19.1 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.9 | 18.4 | 17.9 | 17 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | 15.6 | | |
| 50 | | 22.6 | 22.6 | 22.6 | 22.6 | 22.6 | 22.4 | 22.3 | 22.1 | 22 | 21.9 | 21.8 | 21.7 | 21.7 | 21.6 | 21.4 | 21 | 20.6 | 20.2 | 19.8 | 19.4 | 19.3 | 19.3 | 19.3 | 19.3 | 19.3 | 19 | 18.6 | 18.1 | 17.2 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | 15.8 | | |
| 51 | | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 23 | 22.8 | 22.6 | 22.4 | 22.3 | 22.2 | 22.1 | 21.9 | 21.7 | 21.6 | 21.5 | 21.1 | 20.7 | 20.4 | 20 | 19.8 | 19.8 | 19.7 | 19.7 | 19.6 | 19.4 | 19.2 | 18.8 | 18.3 | 17.4 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | 16.1 | |
| 52 | | 23.4 | 23.4 | 23.4 | 23.4 | 23.4 | 23.2 | 23 | 22.8 | 22.6 | 22.4 | 22.2 | 22 | 21.8 | 21.7 | 21.6 | 21.2 | 20.8 | 20.5 | 20.3 | 20.1 | 20.1 | 20.1 | 20 | 19.8 | 19.6 | 19.3 | 19 | 18.5 | 17.7 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 | 16.3 |
| 53 | | 23.9 | 23.9 | 23.9 | 23.9 | 23.9 | 23.9 | 23.7 | 23.5 | 23.1 | 22.8 | 22.5 | 22.3 | 22.1 | 21.9 | 21.8 | 21.7 | 21.3 | 21 | 20.8 | 20.6 | 20.5 | 20.4 | 20.3 | 20.2 | 20 | 19.8 | 19.6 | 19.2 | 18.7 | 17.9 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | 16.6 | |
| 54 | | 24.6 | 24.6 | 24.6 | 24.6 | 24.6 | 24.3 | 23.8 | 23.3 | 23 | 22.7 | 22.4 | 22.2 | 22 | 21.9 | 21.7 | 21.3 | 21.2 | 21 | 20.9 | 20.7 | 20.7 | 20.5 | 20.4 | 20.3 | 20.1 | 19.8 | 19.5 | 19 | 18.2 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | 16.9 | |
| 55 | | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 25.5 | 24.6 | 24 | 23.5 | 23.1 | 22.8 | 22.6 | 22.3 | 22.2 | 22 | 21.8 | 21.6 | 21.4 | 21.2 | 21.1 | 20.9 | 20.9 | 20.8 | 20.6 | 20.5 | 20.3 | 20.1 | 19.8 | 19.4 | 18.6 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | 17.3 | | |
| 56 | | 26.1 | 26.1 | 26.1 | 26.1 | 26.1 | 25.2 | 24.6 | 24.1 | 23.7 | 23.4 | 23.1 | 22.9 | 22.6 | 22.5 | 22.3 | 22.1 | 21.8 | 21.6 | 21.5 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.5 | 20.3 | 20 | 19.6 | 19 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | 18.1 | | |
| 57 | | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 26.7 | 25.8 | 25.1 | 24.6 | 24.2 | 23.8 | 23.6 | 23.3 | 23.1 | 22.9 | 22.7 | 22.4 | 22.2 | 22.1 | 21.7 | 21.1 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 19.9 | 19.3 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | 18.7 | | |
| 58 | | 27.2 | 27.2 | 27.2 | 27.2 | 27.2 | 26.2 | 25.5 | 25 | 24.6 | 24.3 | 24 | 23.7 | 23.5 | 23.3 | 23.1 | 22.9 | 22.7 | 22.4 | 21.8 | 21.1 | 21 | 21 | 20.9 | 20.8 | 20.7 | 20.6 | 20.4 | 20.2 | 19.7 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | 19.2 | |
| 59 | | 27.6 | 27.6 | 27.6 | 27.6 | 27.6 | 26.6 | 25.9 | 25.4 | 24.9 | 24.6 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

[illegible]

Keterangan :



: Kurus Tingkat Berat



: Kurus Tingkat Ringan



: Normal



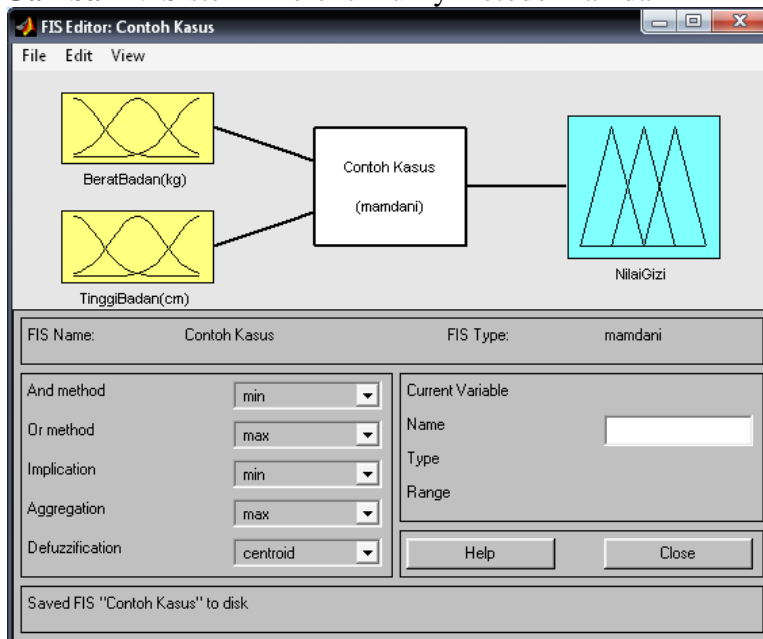
: Gemuk Tingkat Ringan



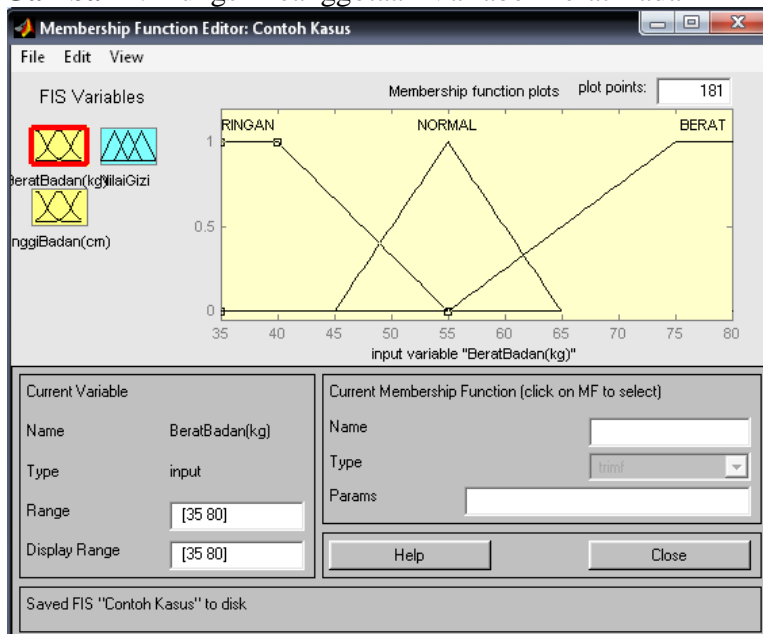
: Gemuk Tingkat Berat

Lampiran 5. TOOLBOX MATLAB UNTUK CONTOH KASUS-1, CONTOH KASUS-2, dan CONTOH KASUS-3

Gambar 1. Sistem Inferensi Fuzzy metode Mamdani

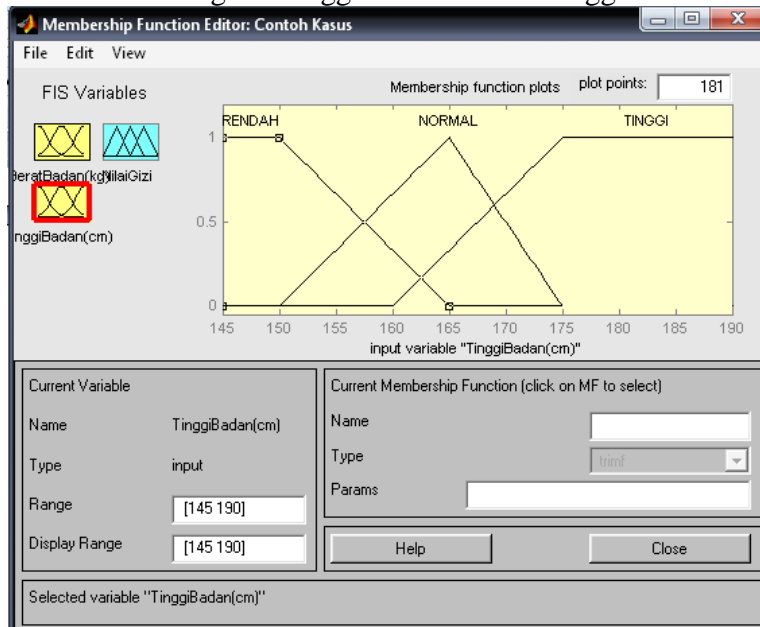


Gambar 2. Fungsi Keanggotaan Variabel Berat Badan

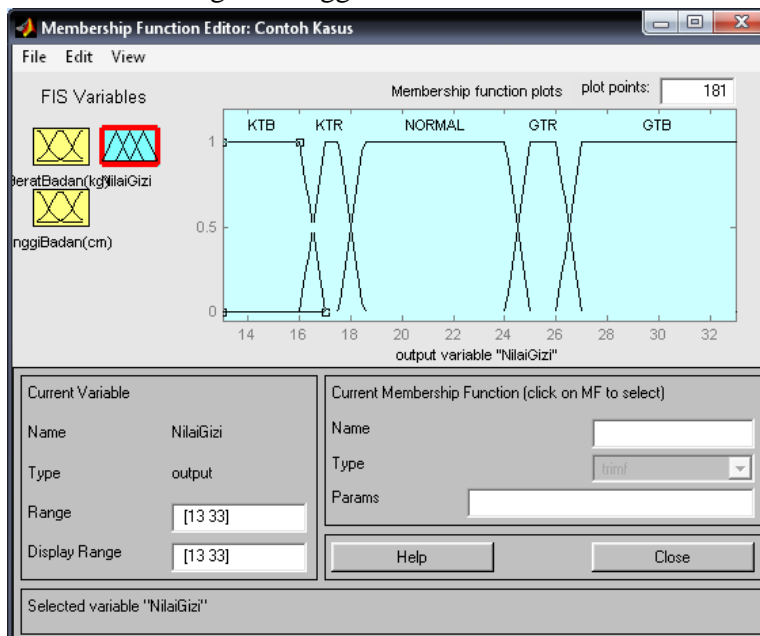


Lanjutan Lampiran 5.

Gambar 3. Fungsi Keanggotaan Variabel Tinggi Badan

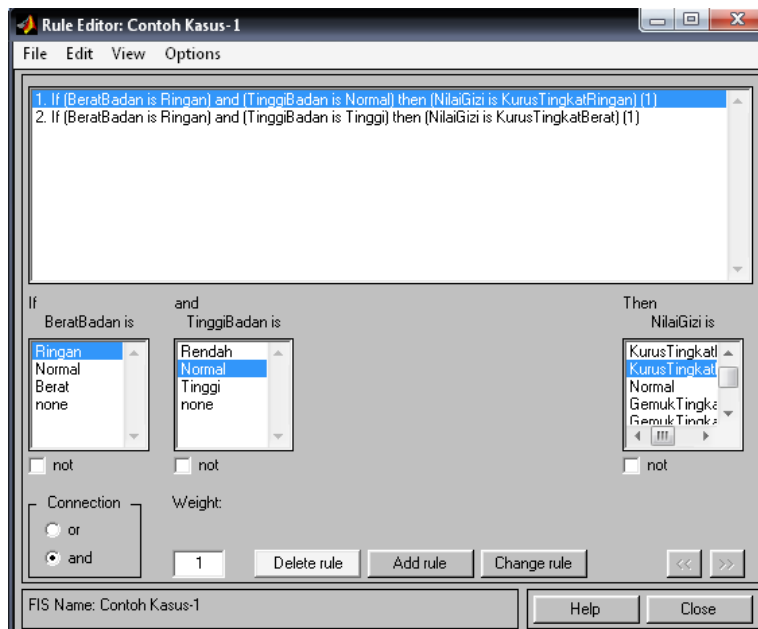


Gambar 4. Fungsi Keanggotaan Variabel Nilai Gizi

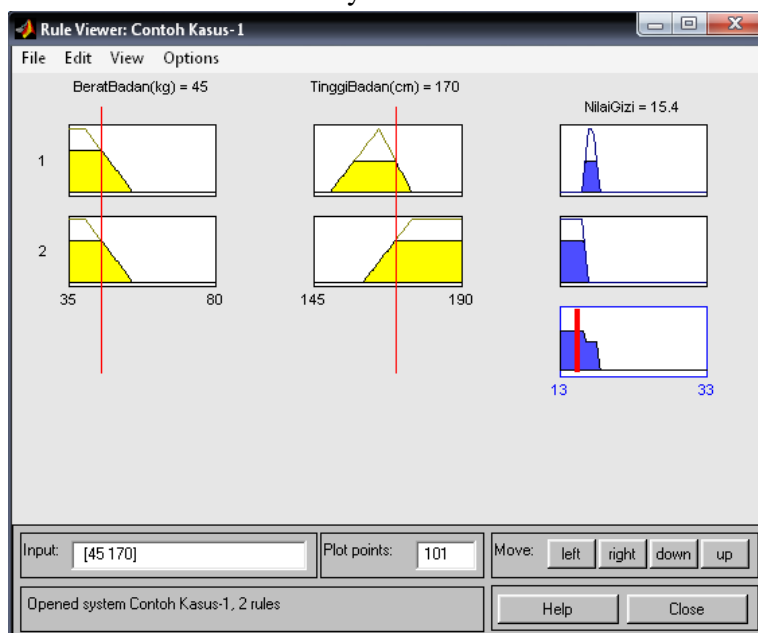


Lanjutan Lampiran 5.

Gambar 5. Aturan – aturan implikasi untuk contoh kasus-1

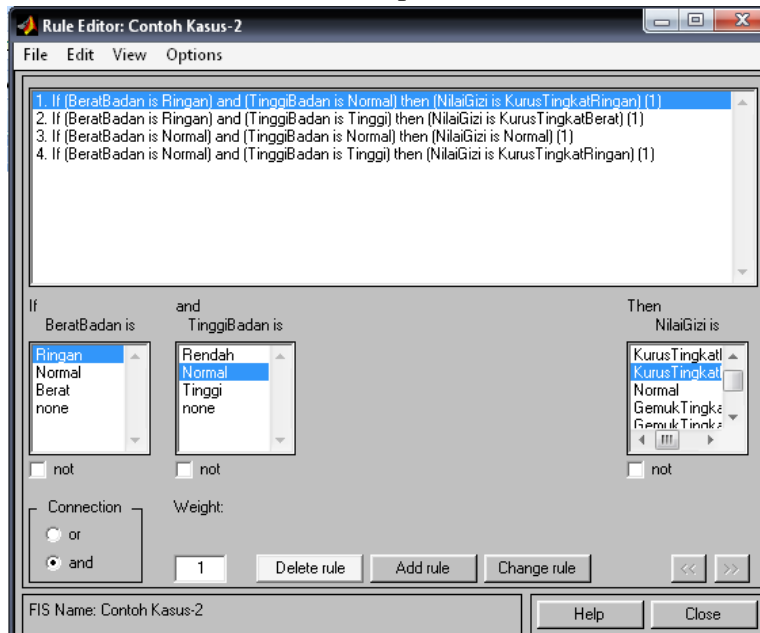


Gambar 6. Penalaran fuzzy untuk contoh Kasus-1

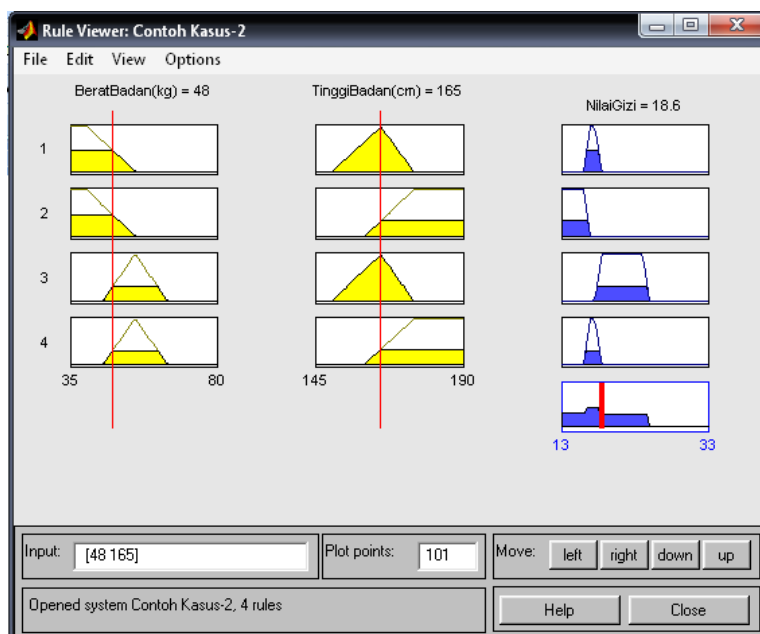


Lanjutan Lampiran 5.

Gambar 7. Aturan – aturan implikasi untuk contoh kasus-2

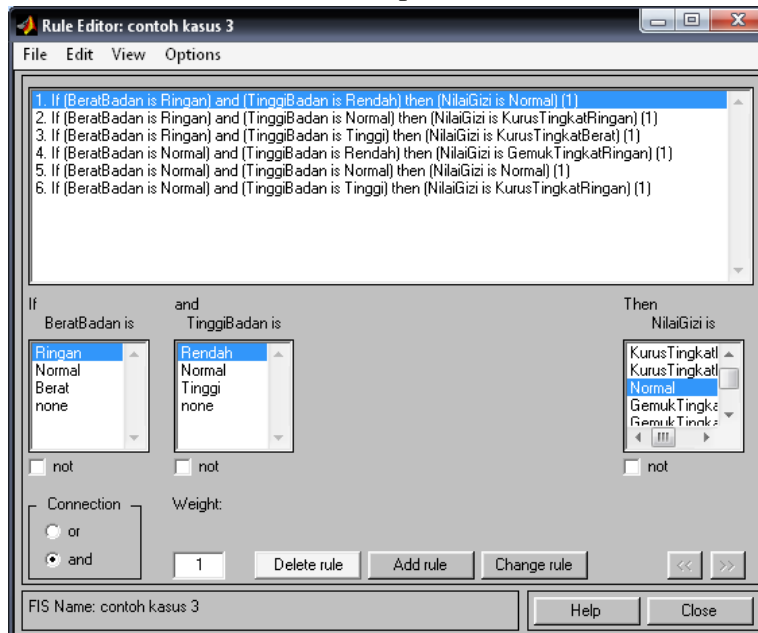


Gambar 8. Penalaran fuzzy untuk contoh kasus-2



Lanjutan Lampiran 5.

Gambar 9. Aturan – aturan implikasi untuk contoh kasus-3



Gambar 10. Penalaran fuzzy untuk contoh kasus-3

